

MUSEO DE HISTORIA NATURAL Y CULTURAL
DEL DESIERTO DE ATACAMA
CALAMA, CHILE

“CORPORACIÓN DE CULTURA Y TURISMO, CALAMA”

PUBLICACIÓN OCASIONAL N° 2

OCASSIONAL PUBLICATION N° 2

PRIMER REGISTRO DE UN PLESIOSAURIO DEL JURÁSICO MEDIO DE OJO OPACHE, CALAMA, NORTE DE CHILE, CON COMENTARIOS SOBRE REGISTROS SIMILARES EN LA REGIÓN DE ATACAMA

*FIRST RECORD OF A
PLESIOSAURIAN FROM THE
MIDDLE JURASSIC OF OJO
OPACHE, CALAMA, NORTHERN
CHILE, WITH COMMENTS ON
PREVIOUS SIMILAR RECORDS IN
THE REGIÓN DE ATACAMA*



**MUSEO DE HISTORIA NATURAL Y CULTURAL
DEL DESIERTO DE ATACAMA
CALAMA, CHILE**

“CORPORACIÓN DE CULTURA Y TURISMO, CALAMA”

PUBLICACIÓN OCASIONAL N° 2 / OCASSIONAL PUBLICATION N° 2

PRIMER REGISTRO DE UN PLESIOSAURIO DEL JURÁSICO MEDIO DE OJO OPACHE,
CALAMA, NORTE DE CHILE, CON COMENTARIOS SOBRE REGISTROS SIMILARES EN LA
REGIÓN DE ATACAMA

*FIRST RECORD OF A PLESIOSAURIAN FROM THE MIDDLE JURASSIC OF OJO OPACHE,
CALAMA, NORTHERN CHILE, WITH COMMENTS ON PREVIOUS SIMILAR RECORDS IN
THE REGIÓN DE ATACAMA*

Rodrigo A. Otero^{1,2,3}, Sergio Soto Acuña^{1,2}, Jennyfer Rojas¹, Osvaldo Rojas¹.

1. Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama. Calama, Chile.
2. Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
3. Consultora Paleosuchus Ltda. Santiago, Chile.



> RESUMEN

Se describen por primera vez en Chile, restos asociados de un plesiosaurio proveniente de rocas del Aaleniano-Bajociano (174 a 168 millones de años atrás), expuestas en el sector de Ojo Opache, Comuna de Calama, norte de Chile. Los restos corresponden a la porción pélvica y caudal de un individuo de pequeño tamaño. El desarrollo alcanzado por algunos elementos óseos sugiere una edad subadulta, lo que indirectamente indicaría un taxón de tamaño pequeño. El presente espécimen es uno de los pocos restos de plesiosaurios pre-calovianos conocidos en Chile y el tercer material de edad aaleniana-bajociana descrito y figurado a nivel nacional. Junto con esto, se revisa el hallazgo previo de restos de plesiosaurios de edad bajociana, hallados en 1976 al sureste de Copiapó, y considerados hasta ahora como restos de ictiosaurios.

> ABSTRACT

Associated remains of a plesiosaur found on rocks of the Aalenian-Bajocian (174 to 168 million years ago), exposed at Ojo Opache, Calama, Northern Chile, are described for the first time in Chile. Remains belong to the pelvic and caudal portion of a small individual. The development achieved by some osseous fragments indirectly suggests a subadult age, indicating a taxon of small size. The present specimen is one of the few pre-Callovian plesiosaur remains known in Chile and the third material of Aalenian-Bajocian age described and figured in the country. Alongside, we review the previous discovery of plesiosaur remains of Bajocian age, found in 1976 southwest of Copiapó, and considered to date as ichthyosaur remains.

> PRESENTACIÓN

La Corporación de cultura y Turismo de Calama, a través de su Dirección de Museos y Patrimonio, entrega una nueva investigación en la Comuna de Calama, que conforma la “Publicación Ocasional N°2”, publicaciones que tienen como principal objetivo, la valorización de nuestro territorio, y fomentar un profundo sentido de identidad especialmente en nuestros jóvenes, quienes son los llamados a continuar con estas investigaciones, y maravillarse con la especial naturaleza, que nos entrega esta tierra generosa.

¡Y Calama fue mar!, así, este fantástico desierto, nos habla de tiempos pretéritos, donde en una geografía desconocida del mesozoico, habitaban en sus mares grandes y magníficos reptiles, que hoy sus huesos petrificados e incrustado en la solida roca, nos narran una historia sorprendente, del enigmático viaje de la vida en la tierra.

Al poniente de la ciudad de Calama, se encuentra la “Quebrada de Ojo de Opache”, “Ojo de Pacha”, el Ojo de la tierra, donde el agua formó esta profunda quebrada, dejando a la vista los estratos sedimentarios con los vestigios marinos de millones de años, los cuales por procesos tectónicos, quedaron tan lejanos de los mares actuales, aquí con el significativo trabajo del paleontólogo Rodrigo Otero González, se reconstruye este significativo episodio de la historia natural, único para la historia de Calama y el mundo.

Se valora y agradece, el permanente apoyo en la puesta en valor de nuestro patrimonio, de la Ilustre Municipalidad de Calama, representada por el Señor Alcalde y el Honorable Cuerpo de Concejales, de igual manera a nuestra Dirección Ejecutiva, y la Empresa de energías renovables Mainstream, sin cuya participación, no hubiera sido posible la presente publicación.

A todos, nuestro agradecimiento, y una afectuosa invitación, a seguir conociendo y descubriendo nuestros bienes patrimoniales, a observar con curiosidad y cariño, hasta el más humilde grano de arena, encontraremos todo un mundo por descubrir, el cual al final del camino, nos mostrara nuestra propia historia.

Oswaldo Rojas Mondaca

Director del Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama.
Corporación de Cultura y Turismo de Calama

Calama, Agosto de 2020



> PRESENTATION

The Culture and Tourism Corporation of Calama, through its Museums and Heritage board, is presenting a new research to the Calama Commune, constituting the "Occasional Publication No.2". The main objective of these publication is focused on valuing our territory and promoting a deep sense of identity, in young people mainly. Those, who are called to continue with these researches and wonder with nature existing within this generous land.

Calama had an ocean, definitely! this fantastic desert is telling us stories about ancient times where in an unknown geography of the Mesozoic, magnificent reptiles inhabited in their large seas and their petrified and embedded bones in the solid rock, nowadays, narrate us a surprising and enigmatic story of life on earth.

Southwest of Calama at "Quebrada de Ojo de Opache", "Ojo de Pacha"(the Eye of the Earth) where the water formed this deep ravage, the sedimentary strata and marine vestiges of millions of years were left, however due to tectonic processes, they were removed miles away from the current seas. It is worthwhile to mention the significant work of the paleontologist Rodrigo Otero González who has helped to reconstruct this meaningful an unique episode of natural history of Calama and, undoubtedly, the world.

It is appreciated, the permanent support of the Illustrious Municipality of Calama in the field of cultural heritage, represented by our Mayor and the Honorable Councillors Corps as well as our Executive board, and the Renewable Energy Company "Mainstream", without their participation, this publication would not have been possible.

Our gratitude is strongly with them. We affectionatly invite you to continue exploring and discovering our heritage assets, to observe with curiosity and fondness even the smallest grain of sand in order to find a whole world to become aware, and which eventually, it will show us our own history.

Oswaldo Rojas Mondaca

Head of the National History and Cultural Museum of the Atacama Desert
Culture and Tourism Corporation of Calama

Calama, August 2020

> REQUIRIMIENTO INVESTIGACIÓN PLESIOSAURIO

Mainstream Renewable Power tiene el orgullo de presentar este importante material de investigación sobre el plesiosaurio, reptil acuático del Jurásico Medio que habitó, hace más de 150 millones de años, en el sector de Ojo de Opache, ubicado al este de Calama.

En línea con la política de Mainstream por el respeto por el entorno donde nos insertamos, el aporte a esta publicación busca contribuir a la valoración del patrimonio cultural, arqueológico, geológico y antropológico de la zona de El Loa.

En Mainstream consideramos esencial ayudar al desarrollo sustentable del país a través de la generación de energía limpia a bajo costo, pero también buscamos transmitirles a las futuras generaciones la riqueza y valor histórico de los territorios de los que formamos parte.



> PLESIOSAUR RESEARCH REQUEST

Mainstream Renewable Power is filled with proud to present this important research material on plesiosaur, a Middle Jurassic aquatic reptile which inhabited 150 million years ago approximately, in Ojo de Opache zone to the east of Calama.

In line with Mainstream's policy concerned about protecting and respecting the environment we live, the contribution to this publication seeks to cooperate to the assessment of the cultural, archaeological, geological and anthropological heritage of Loa area.

Mainstream considers it is essential to help the sustainable development of the country through the generation of clean energy at low cost and, we also seek to pass on to future generations the wealth and historical value of the territories of which we are part.

> INTRODUCCIÓN

Los plesiosaurios (Diapsida, Sauropterygia) fueron un grupo de reptiles acuáticos (principalmente marinos y algunos dulceacuícolas) que existieron desde fines del Triásico hasta fines del Cretácico. Se caracterizaban por poseer las cuatro extremidades adaptadas como aletas, mientras que en múltiples linajes dentro del grupo, aparecieron cuellos muy elongados. Los registros de plesiosaurios jurásicos en el norte de Chile son conocidos desde el siglo XIX. Burmeister y Giebel (1861) describieron por primera vez restos hallados al interior de Copiapó, en rocas del Jurásico Medio. Posteriormente, durante el Siglo XX, Chong y Gasparini (1976) listaron diferentes elementos anatómicos de plesiosaurios indeterminados, provenientes de rocas del Jurásico Inferior en al menos tres localidades del Norte Grande. Los mismos autores también señalaron la presencia de restos de plesiosaurios provenientes de rocas del Jurásico Medio. Entre estos hallazgos, destaca material de edad caloviana asociado al holotipo de '*Metriorhynchus casamiquelai*' Gasparini y Chong, 1977, y restos provenientes del Caloviano y Oxfordiano de Cerritos Bayos, al oeste de la ciudad de Calama.

Salvo por el dibujo de una vértebra ilustrada en Burmeister y Giebel (1861), ninguno de estos registros históricos de plesiosaurios ha sido figurado ni descrito en detalle, no existiendo tampoco aproximaciones taxonómicas de mayor detalle. La presente contribución da a conocer un nuevo espécimen poscraneal fragmentario, recuperado desde la localidad de Ojo Opache, al oeste de la ciudad de Calama. Los restos incluyen vértebras, fragmentos de la cintura pélvica y algunas gastralías, los que dan cuenta de un espécimen subadulto a adulto de pequeño tamaño. El material disponible no es suficiente para realizar una determinación a nivel de género o especie. Sin embargo, el espécimen estudiado representa un registro interesante al corresponder a una forma de tamaño pequeño, representando un posible morfotipo nuevo en el registro de reptiles marinos jurásicos en Chile. Además, junto con la presencia de restos fragmentarios de plesiosaurios indeterminados hallados en el Sinemuriano de Formación El Profeta, en el sur de la Región de Antofagasta (Chong y Gasparini, 1976), constituyen los registros más antiguos de este clado en Chile.

Adicionalmente, se revisó parte los materiales de reptiles marinos hallados por Jensen (1976) en rocas del Bajociano inferior de la Región de Atacama, los cuales fueron posteriormente estudiados por Tavera (1981) y considerados hasta ahora como restos de ictiosaurios. Coincidentemente, los mencionados restos corresponden a un pequeño plesiosaurio adulto, comparable en edad y tamaño al presente registro de Ojo Opache.



> INTRODUCTION

Plesiosaurs (Diapsida, Sauropterygia) were a group of aquatic reptiles (primarily marine ones and some freshwater,) which spanned since the late Triassic until the end of the Cretaceous. They were distinguished by having four limbs adapted as fins, while in multiple lineages within the group, very elongated necks appeared. The records of Jurassic plesiosaurs in northern Chile have been renowned since the 19th century. Burmeister and Giebel (1861) described remains found for the first time in Copiapó, on rocks of the Middle Jurassic. Later, during the XX century, Chong and Gasparini (1976) listed diverse anatomical elements of indeterminate plesiosaurs recovered from Lower Jurassic rocks in at least three locations of the northern region. These authors also indicated the presence of plesiosaur remains in Middle Jurassic rocks. Among these finds, we remark the material of Calovian associated to the holotype of '*Metriorhynchus casamiquelai*' Gasparini and Chong, 1977, and remains from the Calovian and Oxfordian of Cerritos Bayos, west of Calama.

Besides the vertebra illustrated in Burmeister and Giebel (1861), none of these historical plesiosaur records have been figured nor described in detail, neither any detailed taxonomical approach. The current contribution reveals a new fragmentary postcranial specimen, recovered from Ojo Opache town, west of Calama. The remains include vertebrae, fragments of the pelvic girdle and some gastralia, evincing a subadult-to-small adult specimen. The available material is not sufficient to state a genus or species. Nevertheless, the examined specimen represents an interesting record, belonging to a small-sized form, which may exemplify a possible new morphotype in the record of Jurassic marine reptiles from Chile. Furthermore, along with the presence of fragmentary remains of indeterminate plesiosaurs found in the Sinemurian El Profeta Formation, south of the Región de Antofagasta (Chong and Gasparini, 1976). The above constitute the oldest records of this clade in Chile.

In addition, we reviewed part of the marine reptile materials found by Jensen (1976) on lower Bajocian rocks of the Atacama Region, which were later studied by Tavera (1981) and considered as ichthyosaur remains until now. Coincidentally, the mentioned remains correlate with a small adult plesiosaur, comparable in age and size with the current record from Ojo Opache.

> LOCALIDAD Y MARCO GEOLÓGICO

El material estudiado fue recuperado en la localidad de Ojo Opache, aproximadamente 1 km aguas abajo de la confluencia entre la Quebrada San Salvador y la Quebrada Opache (Fig. 1). El lugar del hallazgo se ubica aproximadamente 10 km al oeste de la ciudad de Calama, Región de Antofagasta. Los afloramientos rocosos desde donde proviene el material afloran en la ladera norte de la Quebrada Opache. La sección estratigráfica acá expuesta se ubica 540 m al este del eje de un gran anticlinal, estando inclinada entre 60°S cerca del eje, y 40°S en el sector del hallazgo, con rumbo N40°E. Desde el eje del anticlinal hacia la Quebrada San Salvador, se estima una potencia total de unos 900 m, de los cuales aproximadamente 400 m afloran en la Quebrada Opache propiamente tal (Fig. 2A). Hacia el oeste, quebrada abajo, la sección se interrumpe por depósitos aluviales derivados de unidades neógenas y pleistocenas sobreyacentes (Ferraris, 1978; Duhart et al., 2018). Hacia el este la sección continúa expuesta en el inicio de la Quebrada San Salvador. Tomlinson et al. (2001) consideraron estos afloramientos como pertenecientes al miembro inferior de la Formación Quehuita. En particular, dichos autores señalaron para esta sección la presencia de los invertebrados marinos *Puchenquia compressa*, *Bositra* sp., *Entolium?* sp. *Myophorella* sp., '*Lucina*' sp., Gryphaeidae indet., Pectinidae indet. y Belemnitida indet.; este conjunto señalaría una edad aaleniana sobre la base de *Puchenquia compressa* (Westermann y Riccardi, 1982).

Los afloramientos acá estudiados fueron posteriormente considerados como parte del Grupo Caracoles por Tomlinson et al. (2010). En efecto, es posible apreciar cierta continuidad en los afloramientos expuestos al sur del Río Loa, actualmente referidos a la Formación Cerro Campamento por Duhart et al. (2018), y cuya edad en Cerritos Bayos está acotada al ¿Batoniano?-Kimmeridgiano. Durante las labores de terreno del presente estudio se reconocieron ammonoideos referibles al género *Sonninia* (MUHNCAL.20040 y 20048: Fig. 2B, C), así como fragmentos de corales (MUHNCAL.20009), los que sugieren una edad Aaleniano-Bajociano. Del mismo modo, En la Quebrada San Salvador y cercano a su intersección con Quebrada Opache, se hallaron ammonoideos Stephanoceratiidae afines a *Reineckeia*, directamente asociados a restos craneales de un diápsido aún en proceso de preparación por parte de los autores. Considerando la disposición de los estratos en la sección expuesta, los niveles más antiguos se encuentran hacia el oeste avanzando por Quebrada San Salvador, mientras que los niveles más jóvenes, de probable edad caloviana, se exponen en la intersección de las dos quebradas. A su vez, los niveles referibles al Bajociano fueron reconocidos inmediatamente sobre los fragmentos del bloque acá estudiado. En efecto, el aspecto general de las calizas que forman los bloques estudiados es coincidente con la litología de los niveles con *Sonninia*. También resulta coincidente la presencia en ambos de pequeños bivalvos mal preservados, de tamaño inferior a 1 cm. El material



> LOCALITY AND GEOLOGICAL SETTING

The material studied was recovered in the Ojo Opache town, 1 km approximately downstream the confluence between San Salvador and Opache ravines (Fig. 1). The find itself is located approximately 10 km to the west of Calama in the Región de Antofagasta. The rocks where the material was found, crops out on the northern slope of the Opache ravine. The stratigraphic section is located 540 meters east of the axis of a large anticlinal tilted between 60°S near the axis and 40°S in the find site, with a N40°E strike. From the axis of the anticlinal to San Salvador ravine, a total thickness of about 900 m is estimated, whereby approximately 400 m crops out in Opache ravine itself (Picture 2A). To the west, downstream, the section is interrupted by alluvial deposits derived from Neogene and Pleistocene units (Ferraris, 1978; Duhart et al., 2018). To the east, the section still crops out at the beginning of San Salvador ravine. Tomlinson et al. (2001) considered these outcrops as part of the lower member of the Quehuita Formation. These authors noted for this section the presence of marine invertebrates such as *Puchenquia compressa*, *Bositra* sp., *Entolium* sp., *Myophorella* sp., 'Lucina' sp., indeterminate Gryphaeidae, indeterminate Pectinidae and indeterminate Belemnitida. The following assemblage indicate an Aalenian age based on *Puchenquia compressa* (Westermann and Riccardi, 1982).

The outcrops studied herein were later considered as part of the Caracoles Group by Tomlinson et al. (2010). It is possible indeed to observe some continuity in the outcrops south of the Loa River, currently referred to the Cerro Campamento Formation by Duhart et al. (2018), and whose age in Cerritos Bayos is limited to the Bathonian?-Kimmeridgian. During fieldwork of the current study, ammonoids referred to the genus *Sonninia* were recognized (MUHNCAL.20040 and 20048: 2B, C), as well as coral fragments (MUHNCAL.20009), which suggest an Aalenian-Bajocian age. Similarly, in San Salvador ravine and close to the Opache ravine intersection, Stephanoceratiidae ammonoids related to *Reineckeia* were found directly associated to diapsid skull remains still in preparation by the authors. Considering the arrangement of the strata in the exposed section, the oldest levels crops out westward through the San Salvador ravine, while the younger levels, of likely Callovian age, are exposed at the intersection of those ravines mentioned above. Moreover, levels referred to the Bajocian were recognized immediately over the block fragments studied here. In fact, the general aspect of the limestones that comprise the studied blocks, is coincident with the lithology of the levels with *Sonninia*. The presence of small, poorly preserved bivalves less than 1 cm in size is also coincidental. The material preserves multiple ammonoid remains directly associated to the bony remains, however, these are exposed in cross-section, being difficult to appreciate diagnostic characteristics for its identification.

preserva múltiples restos de ammonioideos directamente asociados a los restos óseos, sin embargo, éstos se exponen en sección, siendo difícil apreciar características diagnósticas para su identificación.

En resumen, la sección desde la cual proviene el material posee indicadores bioestratigráficos que sugieren una edad Aaleniano-Bajociano, mientras que la distribución de las unidades marinas jurásicas en la zona sugiere su pertenencia al Grupo Caracoles, tal como indicara previamente Tomlinson et al. (2010). Es muy posible que correspondan a niveles levemente más antiguos de la Formación Cerro Campamento (*sensu* Duhart et al., 2018), sin embargo, esta hipótesis deberá ser verificada con labores geológicas de mayor detalle. Por esta razón, la sección estudiada es acá referida al Grupo Caracoles indiferenciado.

Adicionalmente, en este trabajo se estudiaron a partir de fotografías originales, los restos de reptiles marinos hallados por el geólogo Óscar Jensen (1976) y posteriormente estudiados por Juan Tavera (1981). Entre el material fotografiado y figurado, se encuentran restos de ictiosaurios, cocodrilos talattosquios, y restos de plesiosaurios, cuyas características y edad son comparables a los restos de Ojo Opache acá estudiados. Este material fue hallado en rocas pertenecientes a la sección superior de la Formación Lautaro (Segerstrom, 1959), expuestas al sureste de la ciudad de Copiapó, en las cercanías de la localidad de Manflas. La Formación Lautaro corresponde a una secuencia marina de aproximadamente 1400 m de espesor, compuesta principalmente por calizas y areniscas depositadas en La Cuenca de Lautaro (Martínez et al., 2015; Salazar y Coloma, 2016), la cual se desarrolló producto de un proceso extensional entre el Triásico Superior y al menos hasta el Jurásico Inferior (Martínez et al., 2016). La Formación Lautaro sobreyace en paraconformidad a la Formación La Ternera (Triásico) y subyace a Formación Lagunillas (Kimmeridgiano?-Titoniano). Jensen (1976) definió la localidad tipo de esta unidad en el Embalse Lautaro, a unos 25 km al NE de donde se colectaron los materiales aquí descritos. Dicho autor subdividió la formación en el Miembro Manflas, unidad inferior compuesta por calizas y calcarenitas de color pardo-amarillento, acotadas al rango Sinemuriano-Toarciano y el Miembro superior Quebrada de la Iglesia, que comprende areniscas carbonatadas rojas fechadas al Toarciano medio – Bajociano superior (Martínez et al., 2015). Las rocas portadoras del material colectado por Jensen (1976), estudiado por Tavera (1981) y revisado en este trabajo, pertenecen a la porción basal del Miembro Quebrada de La Iglesia. Asociados a los restos de vertebrados se hallaron ammonioideos referidos a *Otoites contractus* y *Sphaeroceras submicrostoma* (Jensen, 1976; Tavera, 1981), permitiendo acotar su edad al Bajociano medio. Por otra parte, dataciones U-Pb en circones detríticos a partir de muestras del Miembro Manflas arrojan valores promedio de 168±3 Ma (Martínez et al., 2015). El ambiente para esta unidad ha sido interpretado como de plataforma carbonatada litoral variando a un ambiente de sedimentación más continental, con influencia lacustre (Jensen, 1976; Martínez et al., 2015; Salazar y Coloma, 2016).



In summary, the section from which the material was recovered show biostratigraphic indicators that suggest an Aalenian-Bajocian age, while the distribution of the Jurassic marine units in the area suggests their belonging within the Caracoles Group, as previously indicated by Tomlinson et al. (2010). It is quite possible that these levels correspond to slightly older levels of the Cerro Campamento Formation (*sensu* Duhart et al., 2018), however, this hypothesis should be verified with more detailed geological studies. For this reason, the section above mentioned is here referred to the undifferentiated Caracoles Group.

In addition, based on original photographs, this work studied the remains of marine reptiles found by the geologist Óscar Jensen (1976) and later studied by Juan Tavera (1981). Among the photographed and figured material, there are remains of ichthyosaurs, talattosuchian crocodiles, and plesiosaurs, whose characteristics and age are comparable to those from Ojo Opache here studied. This material was found in rocks belonging to the upper section of the Lautaro Formation (Segerstrom, 1959), exposed southeast of the city of Copiapó, near Manflas town. The Lautaro Formation corresponds to a marine sequence of ca. 1400 meters of thickness, mainly consisting of limestones and sandstones deposited in the Lautaro Basin (Martínez et al., 2015; Salazar and Coloma, 2016), formed as a result of a extensional process between the late Triassic and at least until the Early Jurassic (Martínez et al., 2016). The Lautaro Formation overlies in paraconformity to La Ternera Formation (Triassic) and underlies the Lagunillas Formation (Kimmeridgian? -Tithonian). Jensen (1976) defined the type locality of this unit in the Lautaro reservoir (tranque Lautaro), about 25 km NE, where the materials described herein were collected. The aforementioned author subdivided the Formation into the Manflas Member, a lower unit conformed by limestones and brown-to-yellowish calcarenites, constrained to the Sinemurian-Toarcian range, and the Quebrada La Iglesia upper member, which includes red carbonatic sandstones dated to the middle Toarcian-Upper Bajocian (Martínez et al., 2015).

The bearing rocks of the material collected by Jensen (1976), after studied by Tavera (1981) and reviewed in this study, belong to the basal portion of Quebrada La Iglesia Member. Associated with the vertebrate remains, ammonoids referred to *Otoites contractus* and *Sphaeroceras submicrostoma* were found (Jensen, 1976; Tavera, 1981), allowing to constrain their age to the Middle Bajocian. Furthermore, U-Pb dating in detrital zircons from samples of the Manflas Member show average values of 168±3 Ma (Martínez et al., 2015). The environment of the unit has been interpreted as a coastal carbonatic platform, varying to a more continental sedimentation environment including a lacustrine influence (Jensen, 1976; Martínez et al., 2015; Salazar and Coloma, 2016).

> MATERIAL Y MÉTODOS

MUHNAL.20173

El nuevo espécimen acá descrito (MUHNAL.20173) fue hallado durante 2014 por los autores. Corresponde a un bloque de arenisca rodado. El bloque se halló fragmentado sobre el sedimento reciente, probablemente a consecuencia de derrumbe o alguna causa mecánica similar. La condición fragmentaria de los elementos anatómicos contenidos en la arenisca no permite determinaciones a nivel de género o especie. Debido a esto, sólo se aplicó una preparación parcial del espécimen, la que fue realizada por SSA con aircscribe ME-9100, en dependencias del Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

El material se encuentra depositado en el Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama (Calama), bajo acrónimo y numeración MUHNAL.20173. Se describen en el presente trabajo, cinco bloques que permiten la exposición de diferentes elementos óseos. Estos bloques se han denominado MUHNAL.20173A a 20173E, respectivamente, y serán referidos bajo esta nomenclatura en el presente trabajo. Además del material descrito en esta comunicación preliminar, existen en el mismo museo bloques adicionales sin preparar aún (identificados hasta MUHNAL.20173J), los que contienen otros restos óseos del mismo espécimen, y que podrían eventualmente aportar nueva información anatómica.

Material referido a '*Ichthyosaurus acutirostris*' (Tavera, 1981)

Múltiples restos de reptiles marinos fueron inicialmente mencionados por el geólogo Óscar Jensen (1976) en su memoria de título. Posteriormente, dichos restos fueron descritos por Tavera (1981), asignándolos a *Ichthyosaurus acutirostris*, junto con aportar fauna asociada y con buena resolución cronoestratigráfica, la cual permitió asignar el material al Bajociano medio. Dentro de los restos se incluían dos cráneos parciales. Gasparini et al. (2000) reasignaron uno de los cráneos, refiriéndolo a un cocodrilo talattosuquio (*Metriorhynchus* sp.), siendo considerado en ese momento como el registro más antiguo del género *Metriorhynchus*. Además del cráneo parcial de ictiosaurio y el cráneo referido a *Metriorhynchus* sp., los materiales descritos por Tavera (1981) incluyeron varios centros vertebrales que muestran características propias de Plesiosauria. Estos son reestudiados en el presente trabajo, a partir de fotografías originales tomadas por el propio Juan Tavera, y descartadas durante la remodelación del Departamento de Geología de la Universidad de Chile, durante el año 2006. Las fotografías fueron recuperadas de entre múltiples documentos descartados y apilados para su eliminación. Las fotografías fueron reconocidas tiempo después por uno de los autores (RAO) como los originales de la publicación de Tavera (1981). La resolución real de las fotografías aporta mayor claridad a la descripción de los especímenes acá revisados.

> MATERIAL AND METHODS

MUHNAL.20173

The new specimen described herein (MUHNAL.20173) was found in 2014 by the authors. A transported sandstone block was found cracked over the recent soil, presumably due to a collapse or some similar mechanical cause. The fragmentary condition of the anatomical elements within the sandstone does not allow determinations at genus or species level. Due to this, only a partial preparation of the sample was done, which was carried out by SSA with an aircscribe ME-9100 at the Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Department de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

The material is deposited in the Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama (Calama), under the acronym and number MUHNAL.20173. Five blocks allowing the exposure of different bone elements are described in the present study. These blocks have been named MUHNAL 20173A to 20173E, respectively, and they are referred under that nomenclature in this work. In addition to the material described in this preliminary communication, additional unprepared blocks are housed in the same museum (identified up to MUHNAL.20173J), containing other bone remains of the same specimen, which could eventually provide new anatomical information.

Material referred to '*Ichthyosaurus acutirostris*' (Tavera, 1981)

Multiple remains of marine reptiles were initially mentioned by geologist Óscar Jensen (1976) in his Degree Memory. Afterwards, these remains were described by Tavera (1981), assigning them to *Ichthyosaurus acutirostris*, providing associated fauna with good chronostratigraphic resolution, which allowed the material to be assigned to the Middle Bajocian. Two partial skulls were included within the remains. Gasparini et al. (2000) reassigned one of the skulls to a talattosuchian crocodile (*Metriorhynchus* sp.), considered by that time as the oldest record of the genus *Metriorhynchus*. Along with the partial ichthyosaur skull and the skull referred to *Metriorhynchus* sp., the materials described by Tavera (1981) included several vertebral centra that show typical characters of Plesiosauria. The latter are restudied in this work, based on original photographs taken by Juan Tavera himself, and discarded during the remodelling of the Departamento de Geología of the Universidad de Chile, in 2006. The photographs were recovered from multiple discarded documents stacked for disposal. The photographs were later recognized by one of the authors (RAO) as the originals of the publication by Tavera (1981). The actual resolution of the photographs provides additional clarity to the description of the specimens reviewed herein.

Lamentablemente, la mayor parte del material fósil descrito por Tavera (1981) se perdió. Con alta probabilidad fueron descartados durante la remodelación del Departamento de Geología en ausencia de especialistas en vertebrados y/o de personas familiarizadas con este registro de reptiles marinos. Sin embargo, una única vértebra del conjunto descrito por Tavera (1981) se encuentra actualmente en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, bajo acrónimo y numeración SGO.PV.15100. La vértebra estaba incluida providencialmente en las colecciones paleontológicas del Neógeno de Navidad, elaborada por el mismo Juan Tavera. Dicha colección fue donada en 2006 por el Departamento de Geología de la Universidad de Chile al Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, y trasladada a esta última institución mediante la supervisión personal del Sr. Daniel Frassinetti, entonces curador del área Paleontología (RAO., obs. pers., 2006). Actualmente, la mencionada vértebra representa el único resto disponible del material estudiado por Tavera (1981).

Abreviaturas institucionales: MUHNCAL, Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, Calama, Chile; SGO.PV., Área Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. T, ex-colección paleontológica del Departamento de Geología y Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Unfortunately, most of the fossil material described by Tavera (1981) was lost. With high probability, it was discarded during the remodelling of the Departamento de Geología in the absence of vertebrate specialists or persons familiar with this record of marine reptiles. However, a single vertebra of the set described by Tavera (1981) is currently housed in the National Museum of Natural History of Santiago, under the acronym and number SGO.PV.15100. The vertebra was fortuitously included in the paleontological collections from the Neogene of Navidad town, made by Juan Tavera himself. This collection was donated in 2006 by the Departamento de Geología of the Universidad de Chile to the Museo Nacional de Historia Natural of Santiago, and transferred through the personal supervision of Mr. Daniel Frassinetti, at that time Curator of the Palaeontology Area (RAO., Obs. pers., 2006). Currently, the vertebra represents the only available remainder of the material studied by Tavera (1981).

Institutional abbreviations: **MUHNAL**, Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, Calama, Chile; **SGO.PV.**, Área Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. **T**, ex-colección paleontológica del Departamento de Geología y Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

> SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

DIAPSIDA Osborn, 1903
SAUROPTERYGIA Owen, 1860
PLESIOSAURIA de Blainville, 1835

PLESIOSAURIA gen. et sp. indet.
(Figs. 3-5)

Material—MUHNCAL.20173. Esqueleto poscraneal parcial asociado, el que incluye fragmentos de la cintura pélvica, múltiples gastralia, restos de al menos 10 vértebras caudales, algunos procesos transversos y costillas.

Localidad, unidad litoestratigráfica y edad—Quebrada San Salvador, 1 km aguas abajo de la intersección entre Quebrada San Salvador y Quebrada Opache. Niveles inferiores del Grupo Caracoles (*sensu* Tomlinson et al., 2010), Aaleniano-Bajociano.

PLESIOSAURIA gen. et sp. indet.
(Fig. 6)

Material—T-333, T-334 y T-335, tres vértebras originalmente referidas a vértebras caudales (Tavera, 1981). Dos de las vértebras se encuentran actualmente perdidas. Sólo se conserva un único centro (T-335, J 501-5 bajo numeración de terreno de Jensen, 1976) bajo acrónimo y numeración SGO.PV.15100.

Localidad, unidad litoestratigráfica y edad—Quebrada de la iglesia, 100 km al SSE de Copiapó. Formación Lautaro, Bajociano medio.

> SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

DIAPSIDA Osborn, 1903
SAUROPTERYGIA Owen, 1860
PLESIOSAURIA de Blainville, 1835

PLESIOSAURIA gen. et sp. indet.
(Figs. 3-5)

Material—MUHNCAL.20173. Associated partial postcranial skeleton, which includes pelvic girdle fragments, multiple gastralia, remains of at least 10 caudal vertebrae, some transverse processes and ribs.

Locality, Lithostratigraphic unit and Age—San Salvador ravine, 1 km downstream from the intersection between San Salvador and Opache ravines. Lower levels of the Caracoles Group (*sensu* Tomlinson et al., 2010), Aalenian-Bajocian.

PLESIOSAURIA gen. et sp. indet.
(Fig. 6)

Material—T-333, T-334 and T-335, three vertebrae originally referred to caudal vertebrae (Tavera, 1981). Two of the vertebrae are currently missing. Only a single centrum (T-335, J 501-5 under Jensen field numbering, 1976) is preserved under acronym and SGO numbering. PV.15100.

Locality, lithostratigraphic unit and Age—La Iglesia ravine, 100 km to Copiapó SSE. Lautaro Formation, middle Bajocian.

> DESCRIPCIÓN DE MUHNCAL.20173

Observaciones Generales—El material se encuentra preservado en múltiples bloques, fragmentados naturalmente en terreno y poco después de su remoción natural desde el estrato portador, a juzgar por las caras frescas y buen contacto presentes en varios fragmentos. De los bloques disponibles depositados en el Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, cinco de ellos son acá descritos. Estos bloques presentan contacto parcial entre ellos, pero también poseen varios sectores naturalmente erosionados. Los restos no se encuentran articulados en posición anatómica, sin embargo, mantienen cierto grado de asociación. En general, los restos óseos no muestran signos de deformación y mantienen sus proporciones tridimensionales.

Estadio Ontogenético—El espécimen muestra centros vertebrales claramente separados de sus respectivos arcos neurales. Si bien este criterio ha sido considerado por Brown (1981) como indicativo de un estadio juvenil, la fusión neurocentral ocurre en plesiosaurios en dirección cráneo-caudal, pudiéndose encontrar especímenes adultos con centros caudales sin fusionar (Smith, 2013). Junto con esto, el contorno sinfisial convexo del pubis e isquion son consistentes con un individuo joven, sin embargo, al menos el pubis muestra contornos rectos bien definidos, propios de un estadio subadulto. Del mismo modo, el isquion muestra un proceso anterior, que podría representar el primordio de una eventual barra pélvica, aún no desarrollada. Por otro lado, los centros caudales muestran un reborde articular definido, lo que también sugiere una condición subadulto (Brown, 1981). Bajo estas consideraciones, es posible inferir que su tamaño adulto no representa un tamaño sustancialmente mayor al ya alcanzado por el individuo.

Vértebras—Restos de al menos 9 vértebras se encuentran expuestos en distintas partes de los bloques estudiados. El bloque 20173A preserva 3 centros caudales en sección (denominados acá vc1, vc2 y vc3), más un proceso transversal (Fig. 3A). A su vez, el bloque 20173B (Fig. 3B-D) preserva un centro caudal posterior en sección (vc4), y la mitad de otros dos centros caudales (vc5 y vc6). 20173C es un bloque que conserva contacto con 20173B, preservando la otra mitad de uno de sus centros caudales (vc6). 20173D preserva partes de 3 centros caudales adicionales (vc7, vc8 y vc9), más la contraparte del centro vc3 (Fig. 3E-G). Finalmente, 20173E no muestra evidencia de centros caudales.

Las vértebras de MUHNCAL.20173 muestran en todos los casos, proporciones en donde el alto o ancho es mayor que el largo (Tabla 1). En adición, se observan algunas facetas de articulación para arcos tanto neurales como hemales. Junto con esto, algunas vértebras muestran arcos neurales separados del centro (Fig. 4B), pero también arcos fusionados a su respectivo centro (Fig. 4G). Las facetas de articulación de los arcos neurales y hemales se ubican sobre el margen anterior de su respectivo centro. En algunos casos, los centros muestran en

> DESCRIPTION OF MUHNCAL.20173

General comments—the mentioned material is preserved in multiple blocks, naturally fragmented on the ground and shortly after its natural removal from the bearing stratum, judging by the fresh faces and good contact exposed in several fragments. Among the available blocks deposited in the Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, five of them are described here. These blocks have partial contact between them, nevertheless they have several naturally eroded sectors. The remains are not articulated in anatomical position; however, they maintain some degree of association. In general, the bony remains show no signs of deformation and they keep its three-dimensional proportions.

Ontogenetic Stage—The specimen shows vertebral centra clearly separated from their respective neural arches. Although this criterion has been considered by Brown (1981) as indicative of a juvenile stage, neurocentral fusion occurs in plesiosaurs in cranio-caudal direction, allowing the the find of adult specimens with unfused caudal centra (Smith, 2013). Therewith, the symphyseal contour of the pubis and ischium are consistent with a young specimen, however, at least the pubis shows well-defined straight contours, typical of a subadult stage. Similarly, the ischium shows an anterior process which could represent the primordium of an undeveloped eventual pelvic bar. On the other hand, the caudal centra show a defined articular margin also suggesting a sub-adult condition (Brown, 1981). Under these considerations, it is possible to infer that its adult stage does not represent a substantially larger size than that already achieved.

Vertebrae—Remains of at least 9 vertebrae are exposed in different parts of the blocks studied. Block 20173A preserves 3 caudal centra in cross-section (here vc1, vc2 and vc3), plus a transverse process (Fig. 3A). Additionally, The 20173B block (Fig. 3B-D) preserves a posterior caudal centrum in cross-section (vc4), and half of two other caudal centra (vc5 and vc6). 20173C is a block that retains contact with 20173B, preserving the other half of one of its caudal centra (vc6). 20173D preserves parts of 3 additional caudal centra (vc7, vc8 and vc9), plus the counter mould of centrum vc3 (Image 3E-G). Eventually, 20173E shows no evidence of caudal centra.

The vertebrae of MUHNCAL.20173 show in all cases proportions where the height or width is greater than the length (Table 1). In addition, there are observed few articular facets of the neural and haemal arches. Along with this, few vertebrae show neural arches separated from the centrum (Fig. 4B), but also arches fused to their respective centrum (Image 4G). The articulation facets of the neural and haemal arches are located over the anterior margin of their respective centrum. In some cases, the centres show a marked medial concavity in lateral view, giving them a waisted contour (Fig. 4C). Only two centra can be

vista lateral una marcada concavidad medial, lo que les confiere un contorno acinturado (Fig. 4C). Solo dos centros pueden ser observados en vista articular, mostrando contornos de forma oval variando a poligonal (6 lados definidos por un margen ventral aplanado y por largas facetas del arco neural) y con presencia de un reborde óseo prominente. Los centros son dorsoventralmente deprimidos y con canales neurales que representan aproximadamente la mitad del área que ocupa cada pedicelo neural (Fig. 4B). Es decir, las facetas del arco neural son grandes con respecto al tamaño del centro.

Cintura Pélvica—Se preservan las impresiones dorsal (visceral) y ventral de la parte medial del isquion derecho (Fig. 5A, B). Junto con esto, también se preserva un fragmento que representa la porción posterolateral de un isquion (Fig. 5D). Debido a la ausencia de un borde de contacto, es difícil evaluar si el último fragmento corresponde o no al isquion derecho. También se preserva la porción anteromedial de un pubis (Fig. 5B). Este elemento muestra un contorno algo cuadrado, con un borde anterior casi recto y una sínfisis algo convexa. La porción acetabular se encuentra ausente.

El conjunto permite una estimación del contorno del isquion casi completo, verificándose que éste es más largo que ancho, con una sínfisis algo convexa. Junto con esto, ambas impresiones anteromediales del isquion muestran un proceso anterior, consistente con un primordio de una eventual barra pélvica. Este proceso se encuentra recurvado lateralmente. A su vez, el pubis preserva su sínfisis y su contorno anterior. Todos estos elementos permiten una estimación de la forma de la cintura pélvica (Fig. 5E).

Gastralia—Al menos 13 fragmentos óseos han sido reconocidos como gastralia. Estos son caracterizados por la ausencia de cavidad medular, la que sí está presente en costillas (Otero et al., 2014). Entre las gastralia reconocidas se observan algunas de forma cilíndrica y otras muy comprimidas. No se reconocieron rocas gástricas asociadas al material.

observed in articular view, showing oval-shaped contours varying to polygonal (6 sides defined by a flattened ventral margin and by long facets of the neural arch) and exposing a prominent bony rim. The centra are dorsoventrally depressed, with neural channels that represent approximately the half of the area occupied by each neural pedicel (Fig. 4B). The facets of the neural arches are larger with respect to the size of the centrum.

Pelvic Girdle—The dorsal (visceral) and ventral impressions of the medial part of the right ischium are preserved (Fig. 5A, B). Herewith, a fragment representing the posterolateral portion of an ischium is also preserved (Fig. 5D). Due to the absence of a contact border, is difficult to assess whether or not the last fragment corresponds to the right ischium. The anteromedial portion of a pubis is also preserved (Fig. 5B). This element has a somewhat squared contour, with an almost straight anterior border and a slightly convex symphysis. The acetabular portion is absent.}

The set allows estimating the whole ischium contour, verifying that it is longer than wide, with a slightly convex symphysis. Herewith, both anteromedial impressions of the ischium show an anterior process, consistent with a primordium of an eventual pelvic bar. This process is laterally recurved. Simultaneously, the pubis preserves its symphysis and its anterior contour. All these elements allow an estimate of the of the pelvic girdle outline (Fig. 5E).

Gastralia—At least 13 bone fragments have been recognized as gastralia. These are characterized by the absence of marrow cavity, which is present in ribs (Otero et al., 2014). Among the recognized gastralia there are some cylindrical-shaped and others very compressed. No gastric rocks associated with the material were recognized.

► REDESCRIPCIÓN DE T-333, T-334 Y T-335 (EX- ICHTHYOSAURUS ACUTIROSTRIS)

Observaciones generales—Entre la totalidad de elementos óseos inicialmente hallados por Jensen (1976), hay elementos que de manera irrefutable corresponden a ictiosaurios. Estos fueron figurados por Tavera (1981: Lámina II, figs. 1, 3, 4 y 5; Lámina III, fig. 8; Lámina IV, figs. 1 a 5), y corresponden a vértebras dorsales en distintas vistas, con numeración de campo J-501-, seguido de una letra (a, b, h). Posteriormente, Gasparini et al. (2000) reconocieron entre el material un cráneo incompleto de un cocodrilo talattosuquio, refiriéndolo a *Metriorhynchus* sp. y más recientemente referido a un *Metriorhynchoidea* indeterminado, excluido de la familia *Metriorhynchidae* (Young et al., 2010). Dicho espécimen corresponde al ilustrado por Tavera (1981: Lámina I, figs. 1, 2 y 3; Lámina II, fig. 6). La numeración del cráneo es T-330 (numeración de campo J-246). A lo anterior, se suman tres vértebras consideradas por Tavera (1981) como parte de los materiales referidos a *Ichthyosaurus acutirostris* Owen, y que en el presente estudio han sido identificadas como pertenecientes a plesiosaurios. Dichas vértebras también fueron figuradas (Tavera, 1981: Lámina II, figs. 2 y 7; Lámina III, figs. 1, 3, 4, 5, 6 y 7). La numeración de campo de estas vértebras es J-501- seguido por un número correlativo (3 a 5). La notación empleada por Jensen (1976) para el material J-501, diferenciado por letras y por números, sugiere que se trata de dos materiales distintos, los que posteriormente fueron agrupados por Tavera bajo un mismo individuo. En efecto, aquellos restos rotulados con letras (J-501-a, J-501-b y J-501-h) corresponden a ictiosaurios, mientras que los restos rotulados con números (J-501-3, J-501-4 y J-501-5) corresponden a las vértebras de plesiosaurio acá estudiadas. El resumen de todos estos elementos óseos se muestra en Tabla 2.

Las tres vértebras acá estudiadas (T-333, T-334 y T-335) poseen pequeño tamaño. Sus respectivas medidas han sido estimadas a partir del texto original y los aumentos ahí indicados por Tavera (1981). Como resultado, se resumen en Tabla 3 las medidas disponibles a partir de las fotografías. Se han identificado como tres vértebras, posiblemente de un mismo individuo, de posiciones dorsal posterior (T-333), y sacrales (T-334 y T-335).

Vértebra dorsal posterior—T-333 corresponde a un centro con una cara articular que posee un marcado reborde en su perímetro. En vista lateral (Fig. 6A) se observa parte de la articulación del arco neural, la que parcialmente abarca la superficie lateral. Junto con esto, se evidencia una segunda faceta articular, de la costilla, inmediatamente bajo la anterior. Dicha faceta también fue notada e indicada por Tavera (1981). Tanto la faceta del arco neural como la de la costilla se encuentran escasamente separadas, denotando la posición próxima a las vértebras sacrales, en donde ambas facetas se unen. En vista articular (Fig. 6B) presenta un borde ventral redondeado, siendo más angulosa en su parte dorsal.

> **REDESCRIPTION OF T-333, T-334 AND T-335 (EX- ICHTHYOSAURUS ACUTIROSTRIS)**

General comments—Among all the bony elements initially found by Jensen (1976), few of them irrefutably correspond to ichthyosaurs. These were figured by Tavera (1981: Plate II, figs. 1, 3, 4 and 5; Plate III, fig. 8; Plate IV, figs. 1 to 5), and correspond to dorsal vertebrae in different views, with field number J-501-, followed by a letter (a, b, h). Subsequently, Gasparini *et al.* (2000) recognized among the material an incomplete skull of a talattosuchian crocodile, referring it to *Metriorhynchus* sp. and more recently referred to an indeterminate Metriorhynchoidea, excluded from the family Metriorhynchidae (Young *et al.*, 2010). This specimen corresponds to that illustrated by Tavera (1981: Plate I, figs. 1, 2 and 3; Plate II, fig. 6). The skull number is T-330 (field number J-246). To this, there are three vertebrae considered by Tavera (1981) as part of the materials referred to *Ichthyosaurus acutirostris* Owen, which in this study have been identified as belonging to plesiosaurs. These vertebrae were also figured (Tavera, 1981: Plate II, fig. 2 and 7; Plate III, fig. 1, 3, 4, 5, 6 and 7). The field numbering of these vertebrae is J-501- followed by a correlative number (3 to 5). The notation used by Jensen (1976) for the material J-501, differentiated by letters and by numbers, suggests two distinct materials, grouped later by Tavera within the same individual. Indeed, those remains labelled with letters (J-501-a, J-501-b and J-501-h) correspond to ichthyosaurs, while the remains categorized with numbers (J-501-3, J-501-4 and J-501-5) correspond to the plesiosaur vertebrae studied here. The summary of all these bony elements is shown in Table 2.

The three vertebrae studied here (T-333, T-334 and T-335) are small sized. Their respective measures have been estimated from the original text, considering each optical zoom indicated by Tavera (1981). As a result, the measurements available from the photographs are summarized in Table 3. These have been identified as three vertebrae, likely from a same individual, of posterior dorsal position (T-333), and sacral (T-334 and T-335).

Dorsal Posterior Vertebra—T-333 corresponds to a centrum with an articular face that has a marked rim on its perimeter. In lateral view, (Fig. 6A) a part of the neural arch articulation is observed, which partially reaches the lateral surface. Additionally, a second articular facet of the rib, is settled immediately under the previous one. This facet was also noticed and indicated by Tavera (1981). Both, the facet of the neural arch and that of the rib are slightly separated, denoting the position close to the sacral portion, where the two facets meet. In articular view (Fig. 6B) it has a rounded ventral margin, being more angular in its dorsal part.

Vértebras sacrales— T-334 y T-335 corresponden a dos centros sacrales. T-334 tiene escasa deformación lateral. En vista articular (Fig. 6C) muestra un contorno redondeado. El arco neural se encuentra bien fusionado al centro. En vista ventral (Fig. 6D) se aprecian dos forámenes típicos de Sauropterygia. A su vez, T-335 corresponde a una vértebra deformada por cizalle (Fig. 6E). El centro es más ancho que largo y más largo que alto. El proceso transversal es proporcionalmente grande (aproximadamente 1/3 del centro) y se ubica en una posición intermedia entre el arco neural y el centro propiamente tal, lo que denota su ubicación sacral. La cara articular de la costilla (Fig. 6F) muestra una muesca intermedia, que sugiere participación del proceso transversal y la costilla en la formación de esta faceta. Dorsalmente, posee un canal neural amplio, de ancho similar a cada proceso transversal. En vista lateral, el proceso transversal se ubica en el margen anterior del centro. Ventralmente, el centro muestra dos forámenes y una superficie suavemente convexa, sin quillas.

> **DISCUSIÓN**

Fauna asociada a MUHNCAL.20173— Junto a los bloques con restos óseos acá estudiados, se reconocieron algunos ammonoideos determinados como aff. *Harpoceras* sp.; a su vez, en niveles estratigráficamente inferiores y topográficamente ubicados al oeste de los estratos de proveniencia de MUHNCAL.20173, se reconocieron abundantes especímenes referibles a *Sonninia* sp. A estos hallazgos se suman abundantes restos de bivalvos y algunos ostréidos afines al género *Bositra*.

Comentarios taxonómicos— Los elementos reconocidos en MUHNCAL.20173 corresponden a parte de la cintura pélvica y esqueleto axial caudal (Fig. 7). La presencia de un pubis con un contorno anterior escasamente convexo es una característica también observada en *Meyerasaurus victor* (Fraas, 1910), del Toarciano de Alemania (Smith y Vincent, 2010). Esta especie han sido recuperada dentro del clado Rhomaleosauridae (Smith y Vincent, 2010). A su vez, los fragmentos del isquion derecho acá estudiado permiten interpretar el contorno de este elemento, el cual presenta una proyección anteromedial consistente con el primordio de la barra pélvica. Es interesante resaltar que la proyección medial del isquion presenta un curvamiento lateral, por lo que en la cintura pélvica articulada, la barra medial tendría una apertura central. Este tipo de apertura central ha sido también descrito en *Meyerasaurus victor* (Smith y Vincent, 2010: fig. 4). Esta especie también muestra un pubis con contorno anterior escasamente convexo y un isquion más largo que ancho. Si bien estos aspectos no son diagnósticos, indirectamente sugieren para MUHNCAL.20173 afinidades con el clado Rhomaleosauridae. Regionalmente, este grupo cuenta con hallazgos previos en el Bajociano de Argentina, representado por la especie *Maresaurus coccai* Gasparini, 1997. De tratarse de una forma afín a Rhomaleosauridae, la longitud de MUHNCAL.20173 puede estimarse en

Sacral vertebrae—T-334 and T-335 correspond to two sacral centra. T-334 has a scarce lateral deformation. In articular view (Fig. 6C) it shows a rounded outline. The neural arch is well-fused to the centrum. In ventral view (Fig. 6D) two foramina are seen, which are typical of Sauropterygia. In turn, T-335 corresponds to a shear deformed vertebra (Fig. 6E). The centrum is wider than long and longer than high. The transverse process is proportionally large (1/3 of the centrum approx.) and located in an intermediate position between the neural arch and the centrum itself, which denotes its sacral location. The articular face of the rib (Fig. 6F) shows an intermediate notch, suggesting a participation of the transverse process and the rib in the formation of this facet. Dorsally, it has a wide neural canal, similar in width to each transverse process. In lateral view, the transverse process is in the anterior margin of the centrum. Ventrally, the centrum shows two foramina and a smoothly convex surface, without keels.

> DISCUSSION

Fauna associated to MUHNAL.20173—Besides the blocks with bone remains studied, some ammonoids referred to aff. *Harpoceras* sp. Were recognized. In addition, on stratigraphically lower levels, topographically located into the west of MUHNAL.20173 provenance strata, abundant specimens referable to *Sonninia* sp. were recognized. Adding to these findings, there are abundant remains of bivalves and ostreids related to the genus *Bositra*.

Taxonomic Comments—The elements recognized in MUHNAL.20173 correspond to part of the pelvic girdle and the caudal axial skeleton (Fig. 7). The presence of a pubis with a slightly convex anterior contour is a feature also observed in *Meyerasaurus victor* (Fraas, 1910), from the Toarcian of Germany (Smith and Vincent, 2010). This species has been recovered within the clade Rhomaleosauridae (Smith and Vincent, 2010). In turn, the fragments of the right ischium studied here, allow us to interpret the contour of this element, which presents an anteromedial projection consistent with the primordium of the pelvic bar. It is interesting to highlight that the medial projection of the ischium bears a lateral curvature, therefore in the articulated pelvic girdle, the medial bar would have a central opening. This type of central opening has also been described in *Meyerasaurus victor* (Smith and Vincent, 2010: Image 4). This species also exposes a pubis with a slightly convex anterior contour and an ischium longer than broad. Although the previous aspects are not diagnostic, they indirectly suggest affinities of MUHNAL.20173 to Rhomaleosauridae clade. Regionally, this group has previous records in the Bajocian of Argentina, represented by *Maresaurus coccai* Gasparini, 1997. In case of being a form related to Rhomaleosauridae, the length of MUHNAL.20173 can be estimated at approximately 1,5 m based on the size of the preserved elements, and taking in account the anatomical proportions of some complete specimens within the aforementioned clade. Despite of this,

aproximadamente 1,5 m sobre la base del tamaño de los elementos preservados, y tomando como referencia las proporciones anatómicas de algunos especímenes completos dentro del mencionado clado. Sin perjuicio de lo anterior, MUHNCAL.20173 corresponde sin dudas a un representante pequeño dentro de la diversidad de plesiosaurios conocidos.

Por otro lado, los restos provenientes de la Formación Lautaro (Región de Atacama) resultan interesantes al representar, en ambos hallazgos (Burmeister y Giebel, 1861; Tavera, 1981), plesiosaurios adultos de pequeño tamaño. El espécimen descrito por Burmeister y Giebel (1861) corresponde a una vértebra dorsal que muestra sus procesos transversos bien fusionados al centro, rasgo que indicaría una edad adulta. Del mismo modo, las vértebras T-334 y T-335 descritas por Tavera (1981) también poseen arcos neurales bien fusionados al centro. Esto resulta aún más definitivo en cuanto a su estado adulto, puesto que el patrón de fusión neurocentral en plesiosaurios ocurre en dirección craneo-caudal (Brown, 1981). Los tamaños relativos de ambos hallazgos provenientes de la Región de Atacama son comparables al tamaño de las vértebras caudales de MUHNCAL.20173. Del mismo modo, los tres hallazgos coinciden en edad (próximos al Bajociano). Estos datos generan la razonable pregunta sobre una posible afinidad filogenética entre los tres especímenes. Por lo pronto, las formas del Bajociano del norte de Chile (Formación Lautaro, Quebrada de La Iglesia, y Grupo Caracoles, Quebrada San Salvador) representan taxa de tamaño pequeño, y entre ellas se incluye al menos un Plesiosauroidea indeterminado (descrito originalmente por Burmeister y Giebel, 1861), en consideración de sus vértebras dorsales con procesos transversos mostrando facetas articulares no divididas (Otero et al., 2015). Los especímenes T-333, T-334 y T-335 provenientes de Quebrada de La Iglesia, junto con MUHNCAL.20173, son referidos por ahora a Plesiosauria indeterminados, en ausencia de elementos diagnósticos para una determinación más exclusiva.

MUHNAL.20173 undoubtedly corresponds to a small representative within the diversity of known plesiosaurs.

On the other hand, the remains from the Lautaro Formation (Región de Atacama) are interesting by representing, in both findings (Burmeister and Giebel, 1861; Tavera, 1981), small adult plesiosaurs. The specimen described by Burmeister and Giebel (1861) corresponds to a dorsal vertebra showing its transverse processes well-fused to the centrum. This feature would indicate adulthood. Similarly, T-334 and T-335 vertebrae described by Tavera (1981) also have neural arches well-fused to the centrum. This is more definitive regarding their adult state, since the neurocentral fusion pattern in plesiosaurs occurs in cranio-caudal direction (Brown, 1981). The relative sizes of both findings found in the Región de Atacama are comparable to the size of the MUHNAL. 20173 caudal vertebrae. Similarly, the three records match in age (close to the Bajocian). These data raise the reasonable question about a possible phylogenetic affinity between the three specimens. In the meantime, the Bajocian forms from northern Chile (Lautaro Formation, La Iglesia ravine and Caracoles Group, San Salvador ravine) represent small-sized taxa, including at least one indeterminate plesiosauroid (originally described by Burmeister and Giebel, 1861), considering their dorsal vertebrae with transverse processes showing undivided articular facets (Otero et al., 2015). Specimens T-333, T-334 and T-335 from La Iglesia ravine together with MUHNAL. 20173 are currently referred to an indeterminate Plesiosauria, in the absence of diagnostic elements for a more exclusive determination.

> CONCLUSIONES

La presente contribución da a conocer los restos de un plesiosaurio hallado en el sector de Ojo Opache, este de Calama. El material proviene de rocas referibles a la sección inferior del Grupo Caracoles (*sensu* Tomlinson et al., 2001). La presencia de ammonioideos referibles a *Sonninia* y aff. *Harpoceras* permite asignar el espécimen estudiado al Aaleniano-Bajociano. De esta manera, el material estudiado corresponde a los primeros restos de plesiosaurio de dicha edad, descritos en el Desierto de Atacama. Las dimensiones estimadas para este individuo sugieren que se trata de un mesodepredador marino de aproximadamente 1,5 m de longitud. A su vez, los restos óseos disponibles no resultan suficientemente diagnósticos para una determinación a nivel de género o especie, aunque sugieren afinidades con el clado Rhomaleosauridae. Por el momento, el espécimen es referido a Plesiosauria indet. a la espera de restos más completos e informativos.

Junto con lo anterior, esta contribución revisó las fotografías originales de los restos de vertebrados marinos provenientes del Bajociano medio de la Formación Lautaro, hallados en el sector de Quebrada de la Iglesia, sureste de Copiapó. Dichas fotografías fueron tomadas por el propio profesor Juan Tavera, para la descripción de tales materiales en su trabajo de 1981. Mediante su reevaluación, fue posible reconocer que al menos tres vértebras corresponden a Plesiosauria indeterminados, posiblemente pertenecientes a un único individuo. Lo anterior muestra que la diversidad de materiales recuperados originalmente por Jensen (1976) y estudiados por Tavera (1981), incluyen no solo ictiosaurios (como inicialmente se consideró en las descripciones primeras), sino también cocodrilos *Thalattosuchia* (Gasparini et al., 2000) y además, restos de plesiosaurios (este estudio). De esta forma, se prueba la existencia de una diversidad de diápsidos marinos durante el Bajociano medio en la Formación Lautaro, planteando un interesante potencial paleontológico para futuros hallazgos de estas formas acuáticas.

> CONCLUSIONS

This contribution discloses the remains of a plesiosaur found at Ojo Opache, east of Calama. The material came from rocks referable to the lower section of the Caracoles Group (*sensu* Tomlinson et al., 2001). The presence of ammonoids referable to *Sonninia* and aff. *Harpoceras* allows assigning the studied specimen to the Aalenian-Bajocian. Thus, the studied material corresponds to the first plesiosaur remains of that age described in the Atacama Desert. The estimated dimensions for this individual suggest a marine predator approximately 1,5 m long. Likewise, the available bone remains are insufficient for a determination to genus or species level, although they suggest affinities with the clade Rhomaleosauridae. By the moment, the specimen is referred to Plesiosauria indet. waiting for more complete and informative remains.

Along with the above, this contribution reviewed the original photographs of the marine vertebrate remains from the middle Bajocian Lautaro Formation, found in the La Iglesia ravine, southeast of Copiapó. These photographs were taken by Professor Juan Tavera himself to describe the materials in his 1981. It was possible to recognize, through its re-evaluation, at least three vertebrae which correspond to Plesiosauria indet., likely belonging to a single individual. The abovementioned shows that the diversity of materials originally recovered by Jensen (1976) and studied by Tavera (1981), include not only ichthyosaurs (as initially considered in the first descriptions), but also thalattosuchian crocodiles (Gasparini et al., 2000) and remains of plesiosaurs (this study). Consequently, the existence of a diversity of marine diapsids during the middle Bajocian in the Lautaro Formation is proved, posing an interesting paleontological potential for future discoveries of these aquatic forms.

> **TABLAS**

Tabla 1: Medidas de los centros vertebrales preservados en MUHNCAL.20173. Se denota con (*) la medida estimada sobre la base de la mitad del centro preservado.

Bloque	número de centros	largo	ancho	alto
20173A	3 centros en sección	2,02	3,63	—
		3	3,34	—
		2,65	—	3,54
20173B	2 completos, 1 mitad compartida con 20173C	—	4,33	3,14
		2,65	—	3,76
		2,22	3,44	—
20173C	1 mitad compartida con 20173B	2,22	—	—
20173D	4 centros en sección	2,56	—	4,5
		2,84	—	2,63
		2,17	4,56	3,8*
20173E	no preserva centros	—	—	—

> **TABLES**

Table 1: Measurements of preserved vertebral centra of MUHNCAL. 20173. The following mark (*) is utilized to indicate the estimated measure based on half of the preserved centrum.

Block	Number of centres	length	width	height
20173A	3 centra in section	2,02	3,63	—
		3	3,34	—
		2,65	—	3,54
20173B	2 complete, 1 half shared with 20173C	—	4,33	3,14
		2,65	—	3,76
		2,22	3,44	—
20173C	a half centrum shared with 20173B	2,22	—	—
20173D	4 centra in cross-section	2,56	—	4,5
		2,84	—	2,63
		2,17	4,56	3,8*
20173E	absent centra	—	—	—

Tabla 2: Listado de los restos óseos de reptiles marinos recuperados por Jensen (1976) y estudiados por Tavera (1981). Se listan los números de campo, su número institucional, identificación anatómica, sus determinaciones taxonómicas originales y también actualizadas. Actualizaciones anatómicas propuestas en éste estudio(*); Gasparini et al., 2000(**); Pardo-Pérez et al., 2015(***)).

Repositorio actual	numeración original (Tavera, 1981)	numeración de campo (Jensen, 1976)	identificación anatómica original	identificación anatómica actualizada	determinación taxonómica original	determinación taxonómica actualizada
perdido	T-330	246	cráneo		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	<i>Metrirhynchus</i> sp. (**)
perdido	T-331	J-501-a	vértebra dorsal		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Ichthyosauria indet. (***)
perdido	T-334	J-501-4	vértebra caudal	vértebra dorsal(*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Pliosauroidea indet. (*)
perdido	T-332	J-501-b	vértebra dorsal		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Ichthyosauria indet. (***)
perdido	T-333	J-501-3	vértebra caudal	vértebra sacral (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Plesiosauria indet. (*)
perdido	T-336	J-501-h	húmero derecho	propodio indeterminado (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Diapsida indet.
SGO.PV.15100	T-335	J-501-5	vértebra caudal	vértebra sacral (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Plesiosauria indet. (*)
perdido	T-342	?	cráneo		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)
perdido	T-337	?	fragmentos de costillas		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)
perdido	T-338	?	fragmentos de costillas		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)

Table 2: List of the marine reptile bony remains recovered by Jensen (1976) and studied by Tavera (1981). The field numbers, their institutional number, anatomical identification, their original and updated taxonomic determinations are listed. Anatomical updates proposed in this study (*); Gasparini et al., 2000 (**); Pardo-Pérez et al., 2015 (***)

Current repository	original numbering (Tavera, 1981)	field numbering (Jensen, 1976)	original anatomical identification	updated anatomical identification	original taxonomic determination	updated taxonomic determination
lost	T-330	246	cranium		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	<i>Metrirhynchus</i> sp. (**)
lost	T-331	J-501-a	dorsal vertebra		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Ichthyosauria indet. (***)
lost	T-334	J-501-4	caudal vertebra	dorsal vertebra	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Plesiosauroidea indet. (*)
lost	T-332	J-501-b	dorsal vertebra		<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Ichthyosauria indet. (***)
lost	T-333	J-501-3	caudal vertebra	sacral vertebra (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Plesiosauria indet. (*)
lost	T-336	J-501-h	right humerus	undetermined propodium (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Diapsida indet.
SGO.PV.15100	T-335	J-501-5	caudal vertebra	sacral vertebra (*)	<i>Ichthyosaurus acutirostris</i> Owen	Plesiosauria indet. (*)
lost	T-342	?	cranium		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)
lost	T-337	?	rib fragments		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)
lost	T-338	?	rib fragments		<i>Ichthyosaurus posthumus</i> Wagner	Ichthyosauria indet. (***)

Tabla 3: Medidas de los centros vertebrales T-333, T-334 y T-335, provenientes del Bajociano medio de Quebrada de la Iglesia, SSE de Copiapó. Se han considerado las medidas reales en las láminas ilustradas por Tavera (1981), aplicando los factores de aumento indicados por dicho autor para cada figura. Las medidas vertebrales se han calculado considerando el largo total de cada centro, su ancho excluyendo los procesos transversos, y su alto excluyendo los arcos neurales, medido sobre el centro de la cara articular.

T -333	largo (cm)	ancho(cm)	alto (cm)
factor de aumento en láminas originales	1,6x	1,2x	1,2x
Lámina; figura	III; 1	II; 7	II; 7
dimensiones en lámina	4,1	5,2	4,8
dimensiones recalculadas	2,6	4,3	4

T -334	largo	ancho	alto
factor de aumento en láminas originales	1,5x	1,5x	1,3x
Lámina; figura	III; 3	III; 3	III; 6
dimensiones en lámina	5,3	6	4,1
dimensiones recalculadas	3,5	4	3,2

T -335	largo	ancho	alto
factor de aumento en láminas originales	1,4x	1,2x	1,2x
Lámina; figura	III; 7 y III; 4	III; 5	III, 5
dimensiones en lámina	4,9	4,4	3,9
dimensiones recalculadas	3,5	3,7	3,3

Table 3: Measurements of the vertebral centra T-333, T-334 and T-335, from the middle Bajocian of La Iglesia ravine, SSE of Copiapó. The real measurements in the plates illustrated by Tavera (1981) have been considered, applying the zoom factors indicated by this author for each image. The vertebral measurements have been calculated considering the total length of each centrum, width excluding the transverse processes, and height excluding the neural arches, measured over the centre of the articular face.

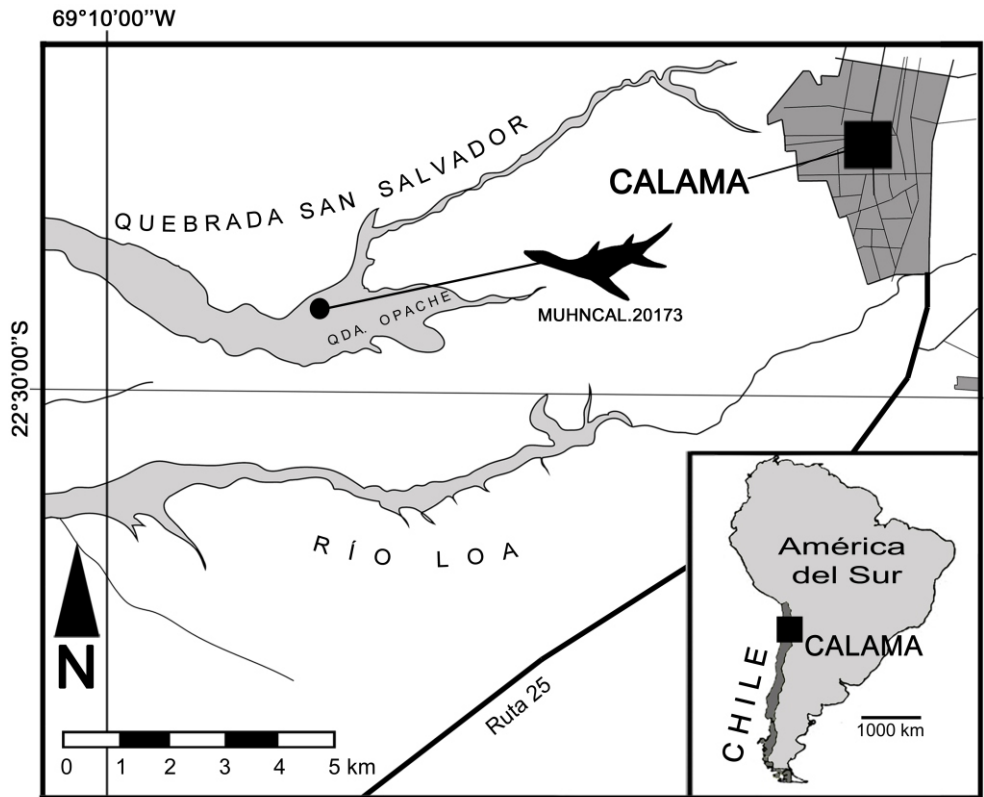
T-333	length (cm)	width (cm)	height (cm)
Magnification factor in original Illustration	1,6x	1,2x	1,2x
Illustration; figure	III; 1	II; 7	II; 7
Illustration dimensions	4,1	5,2	4,8
Recalculated dimensions	2,6	4,3	4

T-334	length	width	height
magnification factor in original Illustration	1,5x	1,5x	1,3x
Illustration; figure	III; 3	III; 3	III; 6
Illustration dimensions	5,3	6	4,1
recalculated dimensions	3,5	4	3,2

T-335	length	width	height
magnification factor in original Illustration	1,4x	1,2x	1,2x
Illustration; figure	III; 7 y III; 4	III; 5	III, 5
Illustration dimensions	4,9	4,4	3,9
recalculated dimensions	3,5	3,7	3,3

> **FIGURAS**

Fig. 1: Mapa de ubicación del hallazgo de plesiosaurio MUHNCAL.20173, en la localidad de Ojo Opache, Comuna de Calama, Región de Antofagasta.



> **FIGURES**

FIG. 1: Map of the location of MUHNCAL.20173 the plesiosaur find, at Ojo Opache town, Comuna de Calama, Región de Antofagasta.

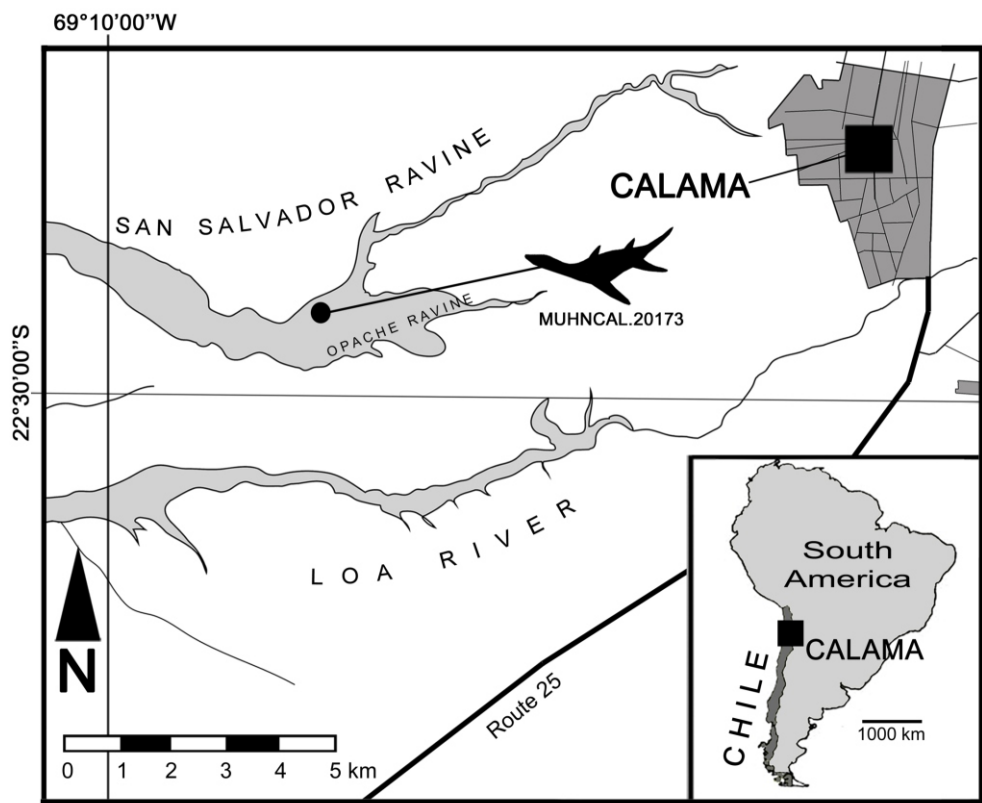


Fig. 2: **A)** Vista aérea hacia el NNE de la sección fosilífera, acá referida a niveles inferiores del Grupo Caracoles, en donde MUHNCAL.20173 fue colectado. Drone y Fotografía por J. Rojas (2020). **B, C)** Especímenes de ammonoideos referidos a *Sonninia* sp. (MUHNCAL.20040 y MUHNCAL.20048) provenientes de la sección estudiada.

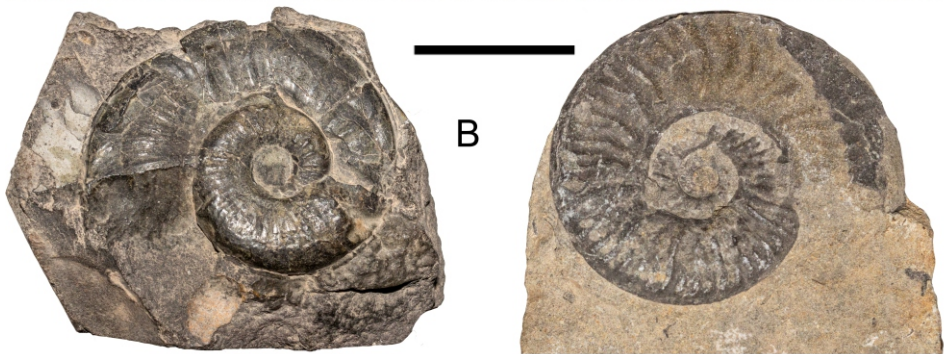


FIG. 2: **A)** Aerial view towards the NNE of the fossiliferous section, here referred to lower levels of Caracoles area where MUHNCAL.20173 was found. Drone and Photography by J. Rojas (2020). **B, C)** Ammonoid specimens related to *Sonninia* sp. (MUHNCAL.20040 and MUHNCAL.20048)



Fig. 3: Plesiosauria indet. MUHNCAL.20173A. **A)** Vista lateral del bloque, destacando en amarillo el contorno de los centros vertebrales caudales y de los otros elementos relevantes preservados en el mismo bloque. MUHNCAL.20173B. **B)** Centro vertebral caudal en vista articular. **C, D)** Vértebras caudales en vista lateral. MUHNCAL.20173D. **E)** centro caudal vertebral en vista articular. **F)** Mismo bloque en vista lateral, observándose el centro anterior en vista lateral, más otro centro caudal adicional. **G)** Dos centros caudales adicionales, presentes en el mismo bloque. **Abreviaturas anatómicas:** **an**, arco neural; **b**, bivalvos; **cn**, canal neural; **ep**, escamas de peces óseos; **fah**, faceta del arco hemal; **fan**, faceta del arco neural; **g**, gastralia; **is**, isquion; **pt**, proceso transverso; **vc**, centro vertebral caudal. (numeración arbitraria para identificación de cada centro). Barra de escala = 5 cm.

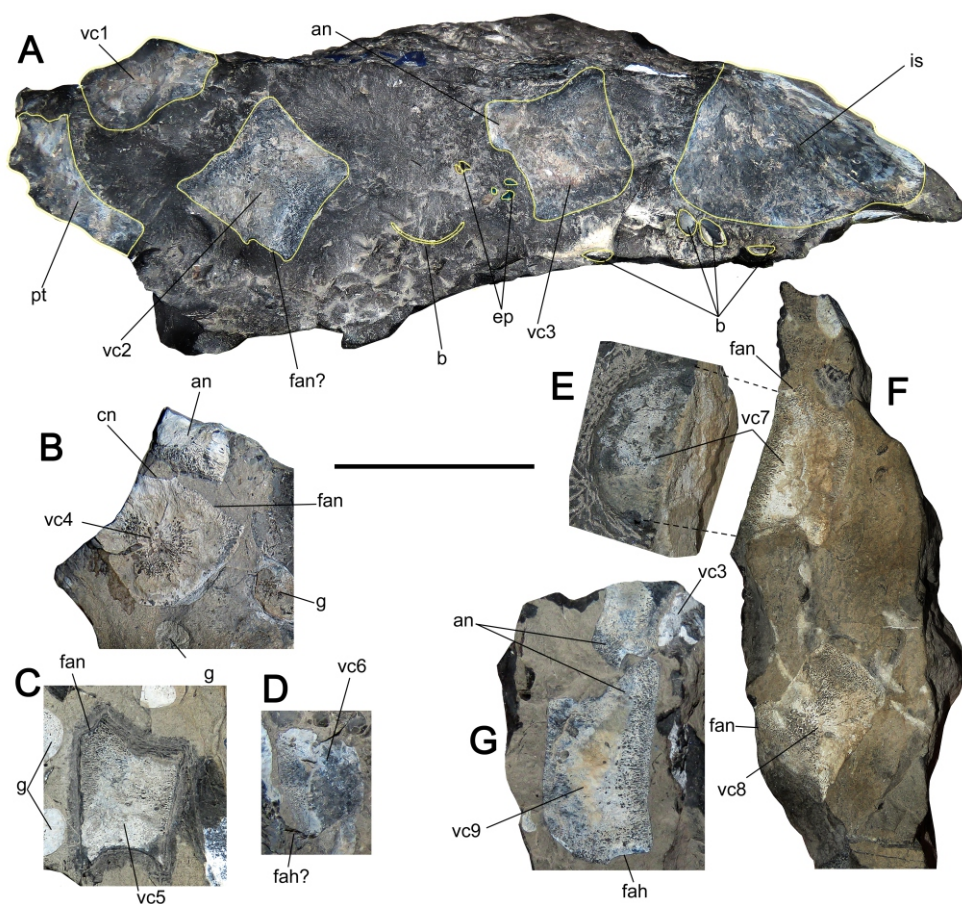


FIG. 3: Plesiosauria indet. MUHNCAL.20173A. **A)** Lateral view of the block, highlighting in yellow the contour of the caudal vertebral centra and of the other relevant elements preserved in the same block. MUHNCAL.20173B. **B)** Caudal vertebral centrum in articular view. **C, D)** Caudal vertebrae in lateral view. MUHNCAL.20173D. **E)** vertebral caudal centrum in articular view. **F)** Same block in lateral view, observing the anterior centrum in lateral view, plus another additional caudal centrum. **G)** Two additional caudal centra, within the same block. **Anatomical abbreviations:** **an**, neural arch; **b**, bivalves; **cn**, neural canal; **ep**, bony fish scales; **fah**, facet of the haemal arch; **fan**, facet of the neural arch; **g**, gastralialia; **is**, ischium; **pt**, transverse process; **vc**, caudal vertebral centra. (arbitrary numbering to identify each centrum). Scale bar = 5 cm.

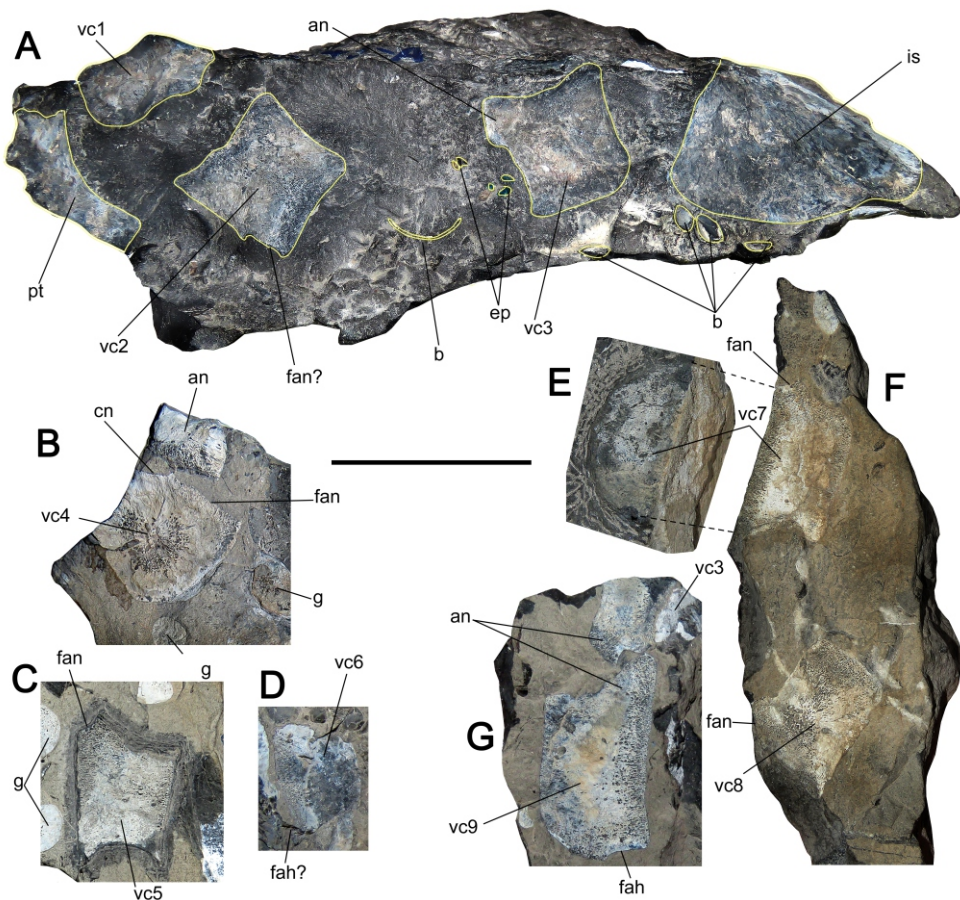


Fig. 4: Plesiosauria indet. MUHNCAL.20173B y C. **A)** bloque A (izquierda) y B (derecha), indicando los principales elementos anatómicos en ambos bloques. **B)**, vista opuesta de ambos bloques (B y C). **C)** Vista de la sección del bloque B. **Abreviaturas anatómicas:** **an**, arco neural; **b**, bivalvos; **f**, falange; **g**, gastralia; **vc**, centro vertebral caudal (numeración arbitraria para identificación de cada centro). Barra de escala = 5 cm.

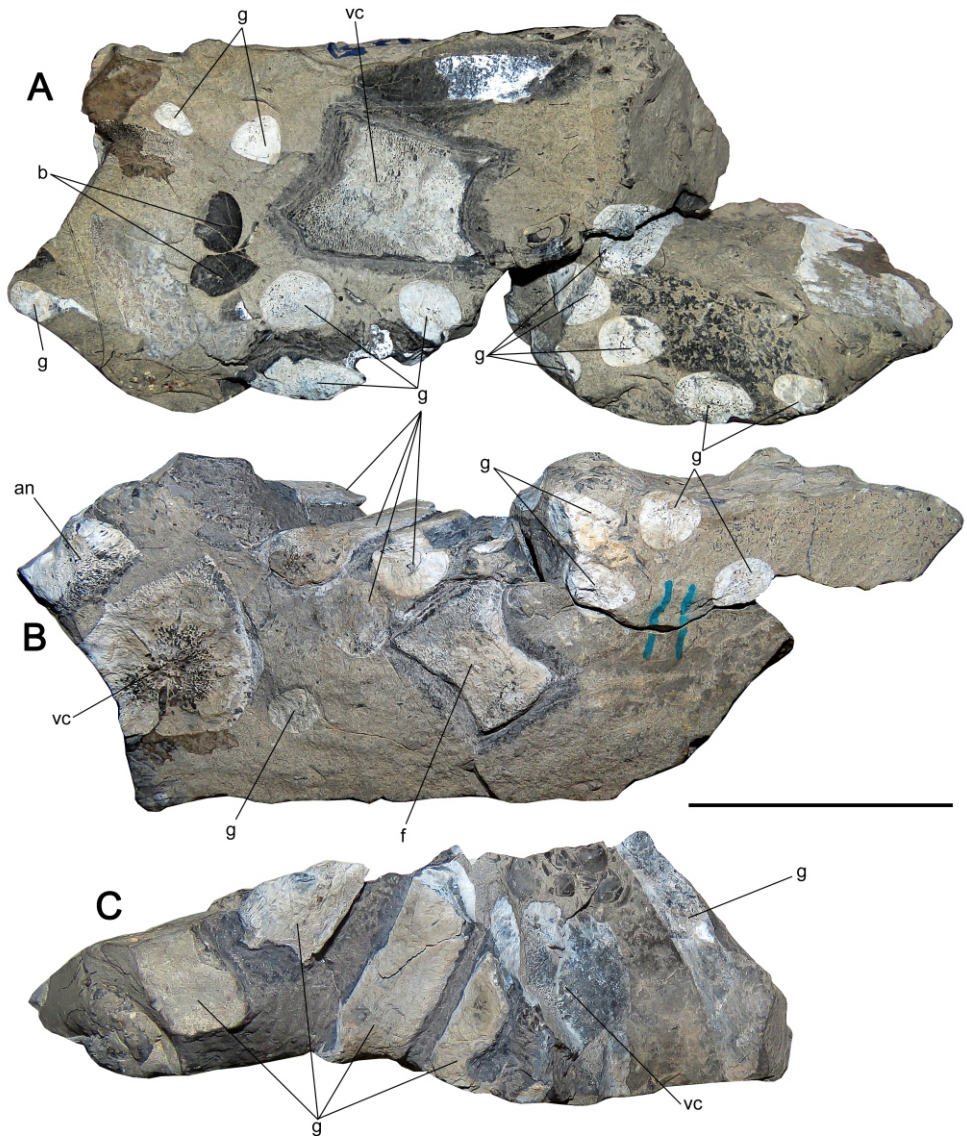


FIG. 4: Plesiosauria indet. MUHNCAL. 20173B and C. **A)** Block A (left) and B (right), indicating the main anatomical elements in both blocks. **B),** opposite view of both blocks (B and C). **C)** Cross-section view of block B. **Anatomical abbreviations:** **an**, neural arch; **b**, bivalves; **f**, phalanx; **g**, gastralia; **vc**, caudal vertebral centrum (arbitrary numbering to identify each centre). Scale bar = 5 cm.

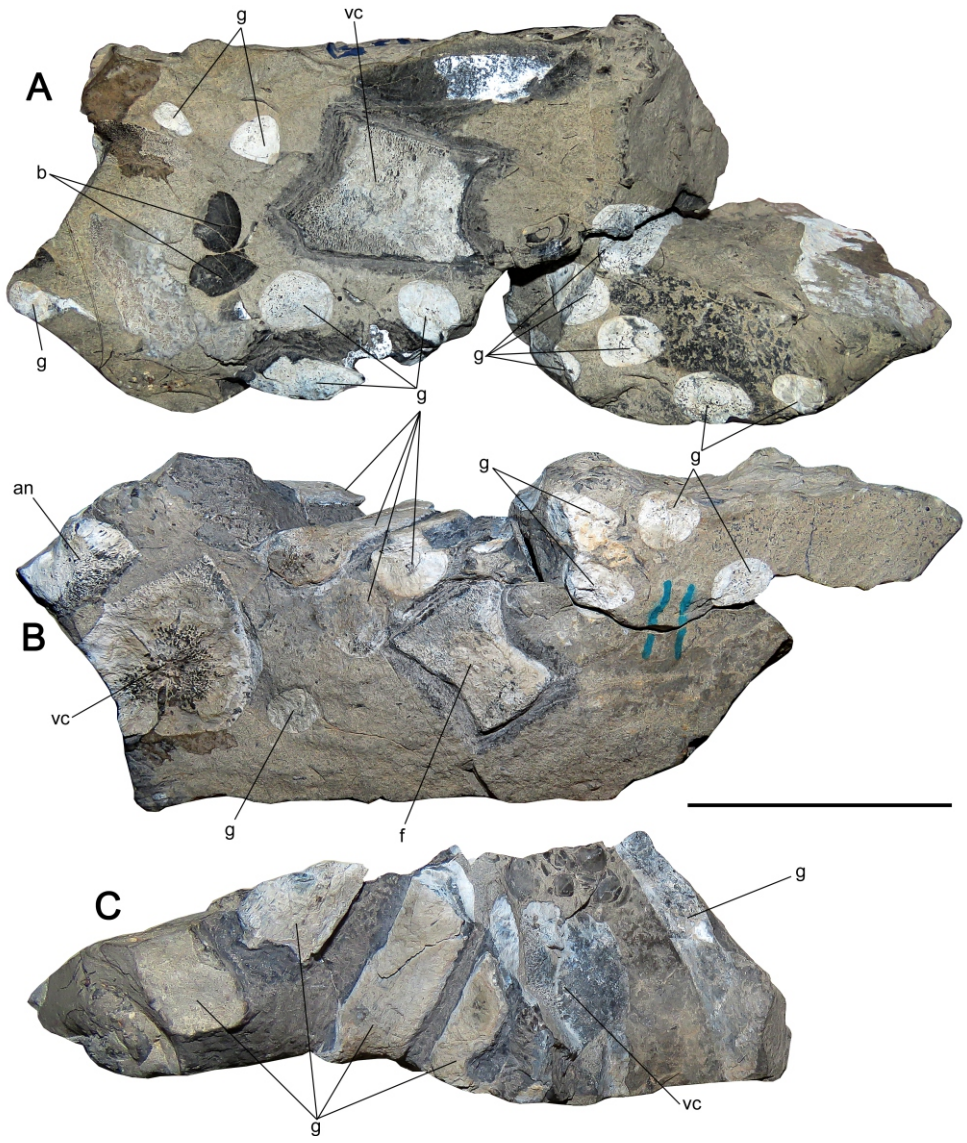


Fig. 5: Plesiosauria indet. **A)** MUHNCAL.20173D, pátina dorsal (interna) del isquion derecho. **B)** MUHNCAL.20173A, contraparte mostrando la pátina de la superficie ventral del isquion derecho. **C)** MUHNCAL.20173A, parte anteromedial del pubis. **D)**, MUHNCAL.20173E, fragmento posterolateral de isquion. **E)**, interpretación anatómica de los fragmentos de la cintura pélvica. **Abreviaturas anatómicas:** **af**, articulación femoral; **is**, isquion; **p**, pubis. Barra de escala = 5 cm.

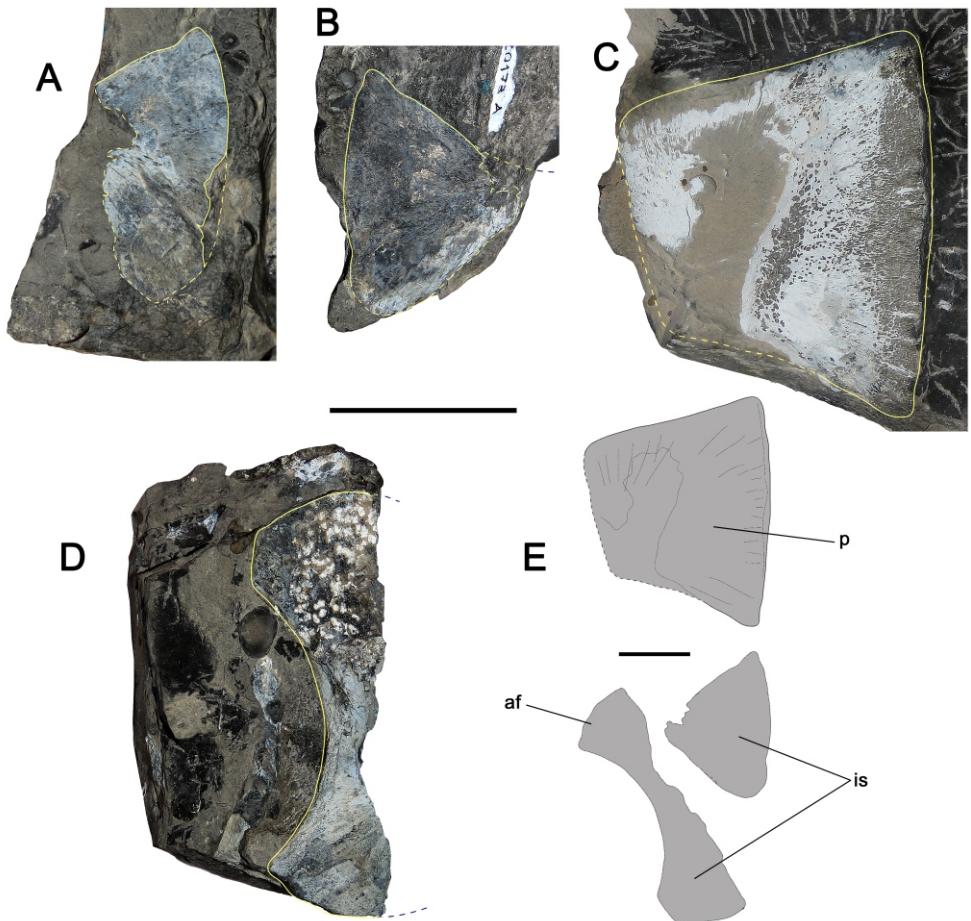


Fig. 5: Plesiosauria indet. **A)** MUHNCAL.20173D, dorsal (internal) print of the right ischium. **B)** MUHNCAL.20173A, counterpart showing the print of the right ischium ventral surface. **C)** MUHNCAL. 20173A, anteromedial part of pubis. **D)**, MUHNCAL.20173E, posterolateral fragment of ischium. **E)** anatomical interpretation of the fragments of the pelvic girdle. **Anatomical abbreviations:** **af**, femoral articulation; **is**, ischium; **p**, pubis. Scale bar = 5 cm.

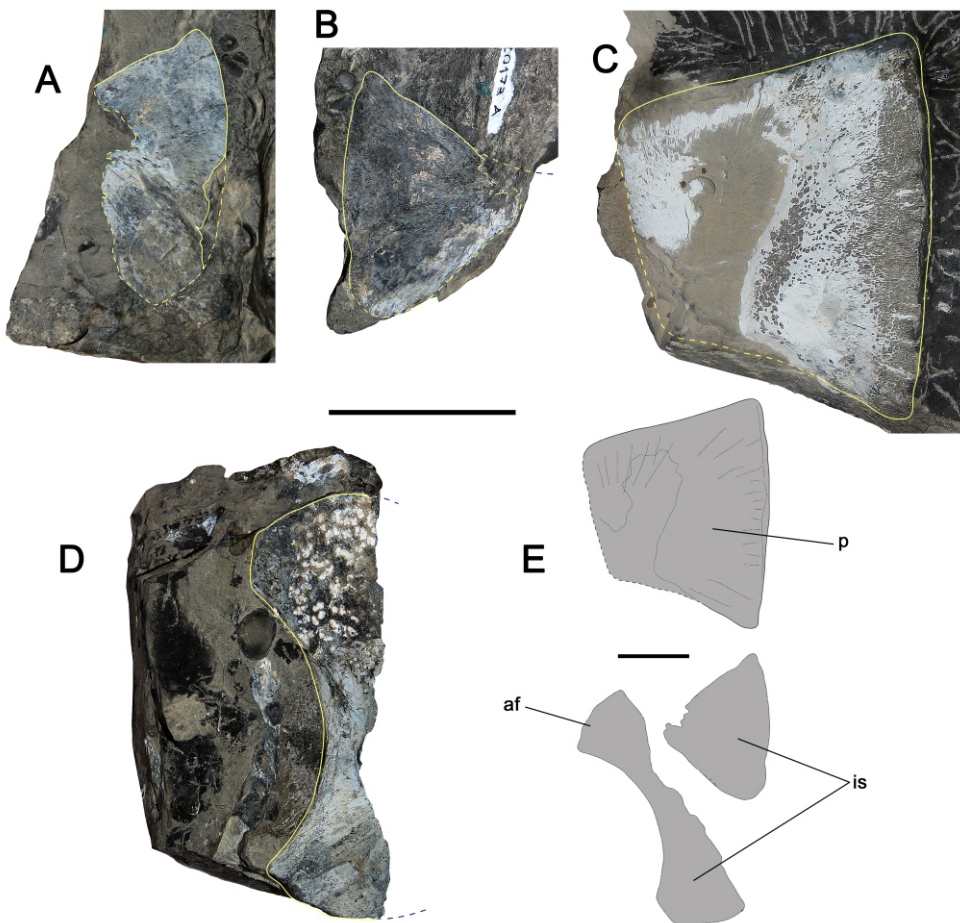


Fig. 6: Plesiosauria indet. Fotografías originales de Juan Tavera, mostrando parte de los restos óseos hallados en Quebrada de La Iglesia, SEE de Copiapó, y provenientes de niveles del Bajociano medio de la Formación Lautaro. Los elementos corresponden a parte del material originalmente referido por Tavera (1981) a *Ichthyosaurus longirostris* Owen. **A)** T-333 en vista lateral. **B)** T-333 en vista articular. **C)** T-334 en vista articular. **D)** T-334 en vista ventral. **E)** T-335 en vista dorsal. **F)** T-335 en vista lateral. E y F muestran parte de un material para su apoyo en la base. Barras de escala = 1 cm.

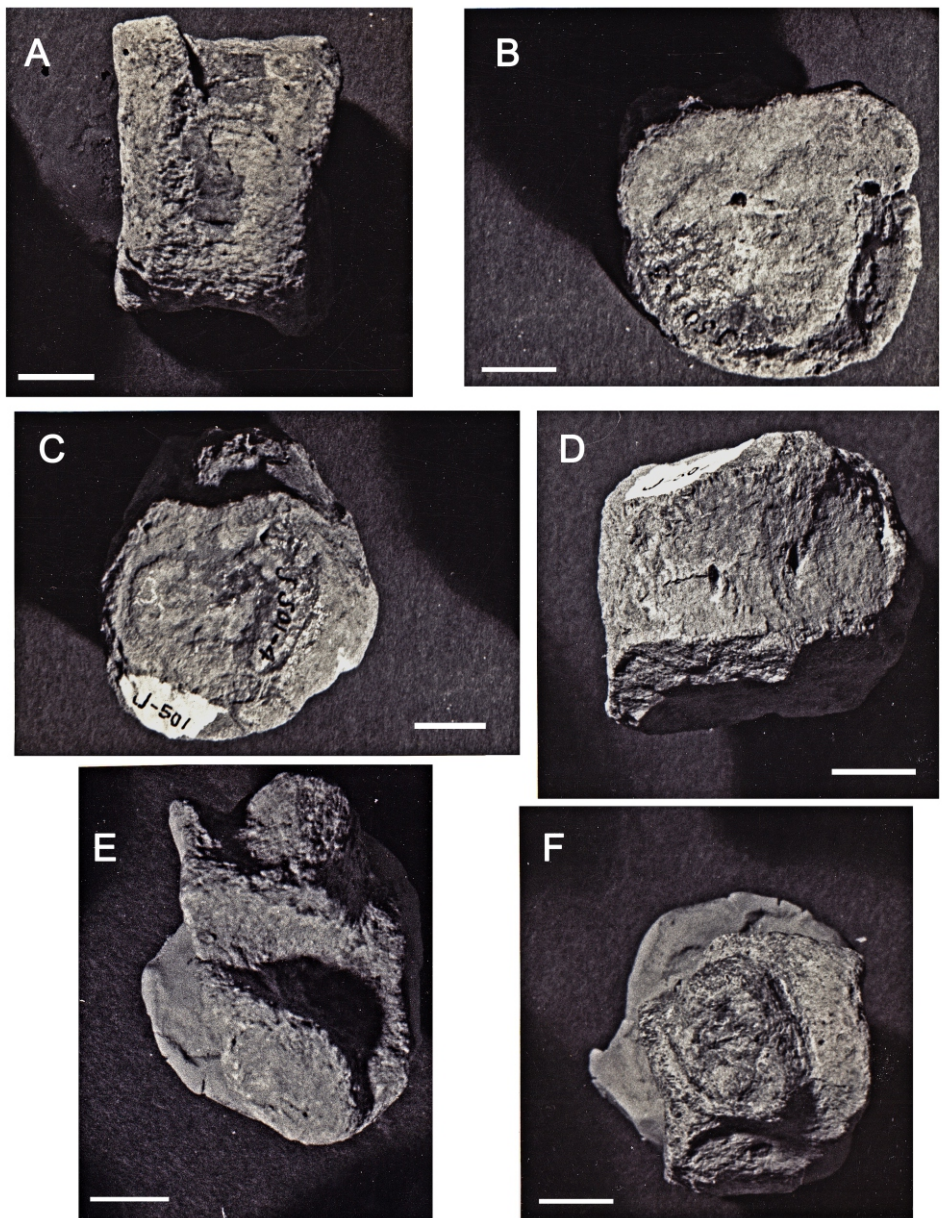


Fig. 6: Plesiosauria indet. Original photographs by Juan Tavera, exposing skeletal remains found in La Iglesia ravine, southeast of Copiapó, from middle Bajocian levels of the Lautaro Formation. The elements correspond to part of the material originally referred by Tavera (1981) to *Ichthyosaurus longirostris* Owen. **A)** T-333 in lateral view. **B)** T-333 in articular view. **C)** T-334 in articular view. **D)** T-334 in ventral view. **E)** T-335 in dorsal view. **F)** T-335 lateral view. E and F show parts of a material for support on the base. Scale bars = 1 cm.

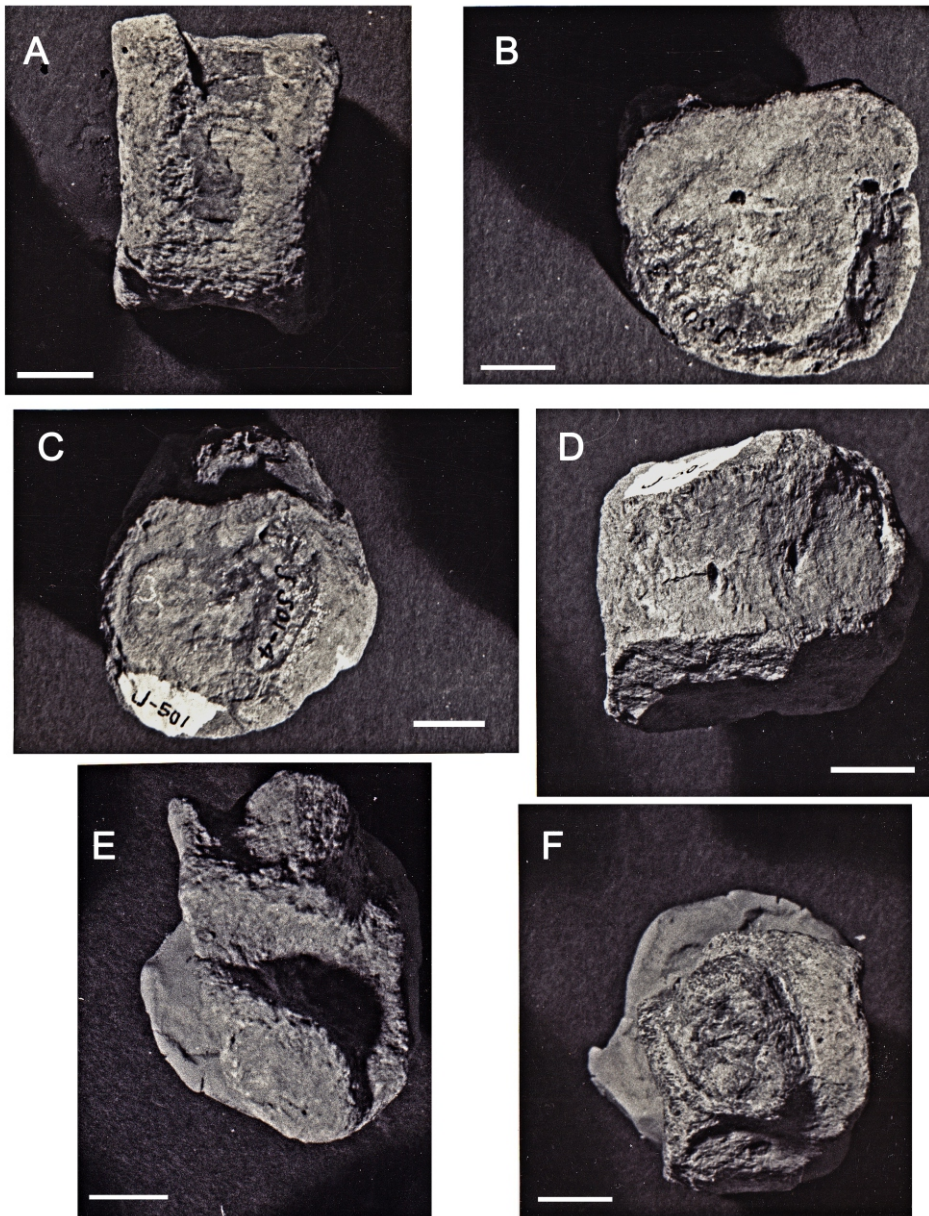


Fig. 7: Elementos anatómicos preservados en MUHNAL.20173. Barra de escala = 50 cm.

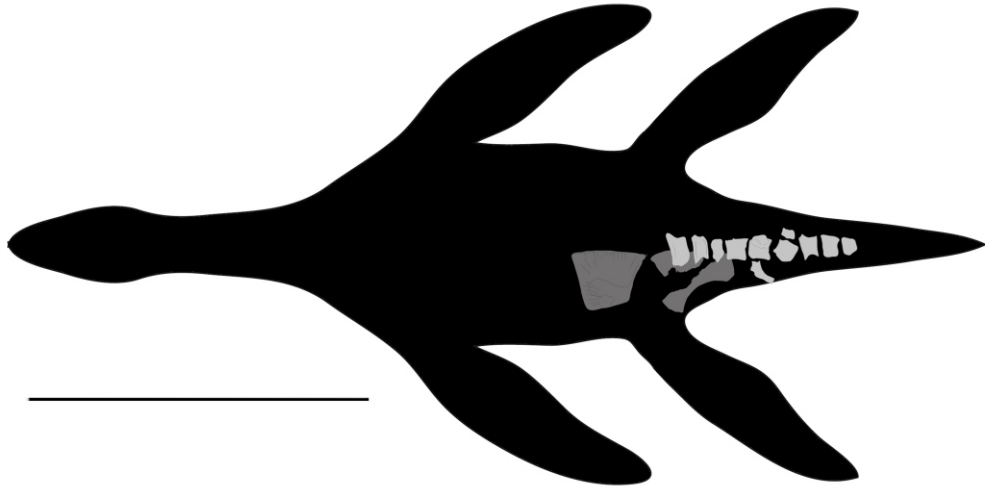
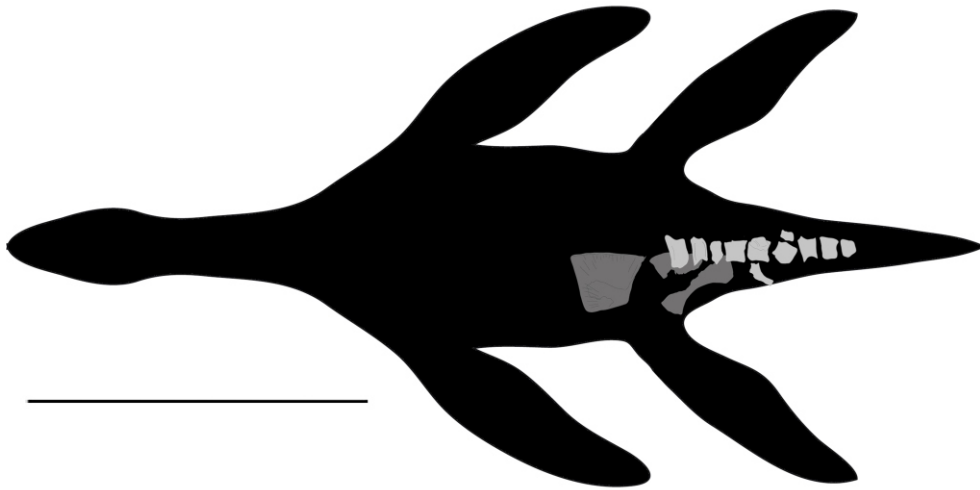


Fig. 7: Anatomical elements preserved in MUHNCAL. 20173. Scale bar = 50 cm.



> REFERENCIAS

- de Blainville, H.M.D. 1835. Description de quelques espèces de reptiles de la Californie précédé de l'analyse d'un système général d'erpétologie et d'amphibiologie. *Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris*, Série 3, 4: 233–296.
- Burmeister, H.; Giebel, C. 1861. Die Versteinerungen von Juntas im Thal des Rio Copiapo. *Abhandlungen der Naturforschenden Gessellschaft zu Halle* 6: 122–132.
- Chong, G.; Gasparini, Z. 1976. 1976 Los vertebrados mesozoicos de Chile y su valor geo-paleontológico. En: *Actas del VI Congreso Geológico Argentino*. Bahía Blanca, 45–67.
- Duhart, P., Muñoz, J., Quiroz, D., Mestre, A.1, Varas, G.1 2018. Carta Sierra Gorda, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 198, 1 mapa escala 1:100.000. 1 CD con anexos. Santiago.
- Gasparini, Z. 1997. A new pliosaur from the Bajocian of the Neuquén Basin, Argentina. *Palaeontology* 40: 135–147.
- Ferraris, F. 1978. Hoja Tocopilla, Región de Antofagasta. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, Mapas Geológicos Preliminares, No. 3, 32 p., 1 mapa escala 1:250.00. Santiago.
- Gasparini, Z.; Vignaud, P.; Chong, G. 2000. The Jurassic Thalattosuchia (Crocodyliformes) of Chile: a paleobiogeographic approach. *Bulletin della societ e g eologique du France* 171: 657–664.
- Jensen, O. 1976. Geología de la Cordillera de las nacientes del Río Copiap o entre los 27°53' y 28°20' de la latitud sur, Provincia de Atacama. Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile. 249 p. Santiago.
- Martínez, F.; Bonini, M., Montanari, D., Corti, G. 2016. Tectonic inversion and magmatism in the Lautaro Basin, northern Chile, Central Andes: A comparative approach from field data and analog models. *Journal of Geodynamics* 94–95: 68–83
- Martínez, F.; Peña, M.; Arriagada, C. 2015. Geología de las áreas Iglesia Colorada-Cerro del Potro y Cerro Mondaquita, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 179–180, 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Otero, R.A.; Soto-Acuña, S.; Rubilar-Rogers, D. 2015. El registro fósil de plesiosaurios (Sauropterygia) en Chile In: Rubilar-Rogers, D.; Otero, R.A.; Vargas, A.; Sallaberry, M. (eds.), *Vertebrados Fósiles de Chile*. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 151–188.
- Osborn, H.F. 1903. The reptilian subclasses Diapsida and Synapsida and the early history of the Diaptosauria. *Memoirs of the American Museum of Natural History* 1: 451–507.
- Owen, R. 1860. On the orders of fossil and recent Reptilia and their distribution in time. *Report of the British Association for the Advancement of Science* 29: 153–166.
- Pardo-Pérez, J.; Otero, R.A., Suárez, M.E. 2015. Síntesis del registro fósil de ictiosaurios (Reptilia: Ichthyosauria) en Chile. In: Rubilar-Rogers, D.; Otero, R.A.; Vargas, A.; Sallaberry, M. (eds.), *Vertebrados Fósiles de Chile*. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 113–150.
- Salazar, E.; Coloma, F. 2016. Geología del  rea Cerros de Cantaritos-Laguna Chica, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 181: 171 p., 1 mapa escala 1:100.000.

> REFERENCES

- de Blainville, H.M.D. 1835. Description de quelques espèces de reptiles de la Californie précédé de l'analyse d'un système général d'erpétologie et d'amphibiologie. *Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris*, Série 3, 4: 233–296.
- Burmeister, H.; Giebel, C. 1861. Die Versteinerungen von Juntas im Thal des Rio Copiapo. *Abhandlungen der Naturforschenden Gessellschaft zu Halle* 6: 122–132.
- Chong, G.; Gasparini, Z. 1976. 1976 Los vertebrados mesozoicos de Chile y su valor geo-paleontológico. En: *Actas del VI Congreso Geológico Argentino*. Bahía Blanca, 45–67.
- Duhart, P., Muñoz, J., Quiroz, D., Mestre, A.1, Varas, G.1 2018. Carta Sierra Gorda, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 198, 1 mapa escala 1:100.000. 1 CD con anexos. Santiago.
- Gasparini, Z. 1997. A new pliosaur from the Bajocian of the Neuquén Basin, Argentina. *Palaeontology* 40: 135-147.
- Ferraris, F. 1978. Hoja Tocopilla, Región de Antofagasta. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, Mapas Geológicos Preliminares, No. 3, 32 p., 1 mapa escala 1:250.00. Santiago.
- Gasparini, Z.; Vignaud, P.; Chong, G. 2000. The Jurassic Thalattosuchia (Crocodyliformes) of Chile: a paleobiogeographic approach. *Bulletin della societ e g eologique du France* 171: 657-664.
- Jensen, O. 1976. Geología de la Cordillera de las nacientes del Río Copiap o entre los 27°53' y 28°20' de la latitud sur, Provincia de Atacama. Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile. 249 p. Santiago.
- Martínez, F.; Bonini, M., Montanari, D., Corti, G. 2016. Tectonic inversion and magmatism in the Lautaro Basin, northern Chile, Central Andes: A comparative approach from field data and analog models. *Journal of Geodynamics* 94–95: 68–83
- Martínez, F.; Peña, M.; Arriagada, C. 2015. Geología de las áreas Iglesia Colorada-Cerro del Potro y Cerro Mondaquita, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 179-180, 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Otero, R.A.; Soto-Acuña, S.; Rubilar-Rogers, D. 2015. El registro fósil de plesiosaurios (Sauropterygia) en Chile In: Rubilar-Rogers, D.; Otero, R.A.; Vargas, A.; Sallaberry, M. (eds.), *Vertebrados Fósiles de Chile*. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 151–188.
- Osborn, H.F. 1903. The reptilian subclasses Diapsida and Synapsida and the early history of the Diaptosauria. *Memoirs of the American Museum of Natural History* 1: 451–507.
- Owen, R. 1860. On the orders of fossil and recent Reptilia and their distribution in time. *Report of the British Association for the Advancement of Science* 29: 153–166.
- Pardo-Pérez, J.; Otero, R.A., Suárez, M.E. 2015. S ntesis del registro fósil de ictiosaurios (Reptilia: Ichthyosauria) en Chile. In: Rubilar-Rogers, D.; Otero, R.A.; Vargas, A.; Sallaberry, M. (eds.), *Vertebrados Fósiles de Chile*. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 113–150.
- Salazar, E.; Coloma, F. 2016. Geol g a del  rea Cerros de Cantaritos-Laguna Chica, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geol g a y Minería, Carta Geol g a de Chile, Serie Geol g a Básica 181: 171 p., 1 mapa escala 1:100.000.

- Segerstrom, K. 1959. Cuadrángulo Los Loros, Provincia de Atacama. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile 1: 33 p., 1 mapa escala 1:50.000. Santiago.
- Smith, A.S. 2013. Morphology of the caudal vertebrae of *Rhomaleosaurus zetlandicus* and a review of the evidence for a tail fin in Plesiosauria. *Paludicola* 9: 144-158.
- Smith, A.S.; Vincent, P. 2010. A new genus of pliosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Lower Jurassic of Holzmaden, Germany. *Palaeontology* 53:1049-1063.
- Tavera, J. 1981. *Ichthyosaurus* de la Formación Lautaro, en el área de Manflas, Región de Atacama, Chile. *Comunicaciones (Departamento de Geología, Universidad de Chile)* 33: 1-16.
- Tomlinson, A.; Blanco, N.; Maksae, V.; Dilles, J.; Grunder, A.; Ladino, M. 2001. Geología de la Precordillera Andina de Quebrada Blanca - Chuquicamata. Regiones I y II (20°30' - 22°30'S). Servicio Nacional de Geología y Minería, y Corporación Nacional del Cobre, Informe Registrado IR-01-20, Subdirección Nacional de Geología, Santiago. 448 p.
- Tomlinson, A.J., Blanco, N., Dilles, J. 2010. Carta Calama, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Preliminar 8: 3 anexos, 1 mapa escala 1:50.000. Santiago.
- Westermann, G.E.G.; Riccardi, A.C. 1982. Ammonoid fauna from the Early Middle Jurassic of Mendoza Province, Argentina. *Journal of Paleontology* 56: 11-41.

- Segerstrom, K. 1959. Cuadrángulo Los Loros, Provincia de Atacama. Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile 1: 33 p., 1 mapa escala 1:50.000. Santiago.
- Smith, A.S. 2013. Morphology of the caudal vertebrae of *Rhomaleosaurus zetlandicus* and a review of the evidence for a tail fin in Plesiosauria. *Paludicola* 9: 144-158.
- Smith, A.S.; Vincent, P. 2010. A new genus of pliosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Lower Jurassic of Holzmaden, Germany. *Palaeontology* 53:1049-1063.
- Tavera, J. 1981. *Ichthyosaurus* de la Formación Lautaro, en el área de Manflas, Región de Atacama, Chile. *Comunicaciones (Departamento de Geología, Universidad de Chile)* 33: 1-16.
- Tomlinson, A.; Blanco, N.; Maksaev, V.; Dilles, J.; Grunder, A.; Ladino, M. 2001. Geología de la Precordillera Andina de Quebrada Blanca - Chuquicamata. Regiones I y II (20°30' - 22°30'S). Servicio Nacional de Geología y Minería, y Corporación Nacional del Cobre, Informe Registrado IR-01-20, Subdirección Nacional de Geología, Santiago. 448 p.
- Tomlinson, A.J., Blanco, N., Dilles, J. 2010. Carta Calama, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Preliminar 8: 3 anexos, 1 mapa escala 1:50.000. Santiago.
- Westermann, G.E.G.; Riccardi, A.C. 1982. Ammonoid fauna from the Early Middle Jurassic of Mendoza Province, Argentina. *Journal of Paleontology* 56: 11-41.

